

برنامج المسار الوظيفي للعاملين بقطاع مياه الشرب والصرف الصحي

دليل المتدرب

البرنامج التدريبي لوظيفه فنى تشغيل صرف صحي– ٦ شهور

اساسيات معالجه مياه الصرف



تم اعداد المادة بواسطة الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي
قطاع تنمية الموارد البشرية وبناء القدرات -الادارة العامة لتخطيط المسار الوظيفي V1 1-7-2015

جدول المحتويات

أساسيات معالجة الصرف الصحى

مقدمــة

توجد طرق عديدة لمعالجة مياه الصرف الصحي بغرض إزالة المواد المسببة للتلوث سواء كانت عضوية أو غير عضوية، وذلك حتي يمكن التخلص من مياه الصرف الصحي التي تمت معالجتها بطريقة آمنة عن طريق إلقائها في مجرى أو مسطح مائى، أو إستخدامها في أعمال رى المزروعات، أو التخلص منها علي سطح الأرض أو باطنها دون أن تسبب أي آثار سلبية على البيئة (الماء – الهواء – التربة).

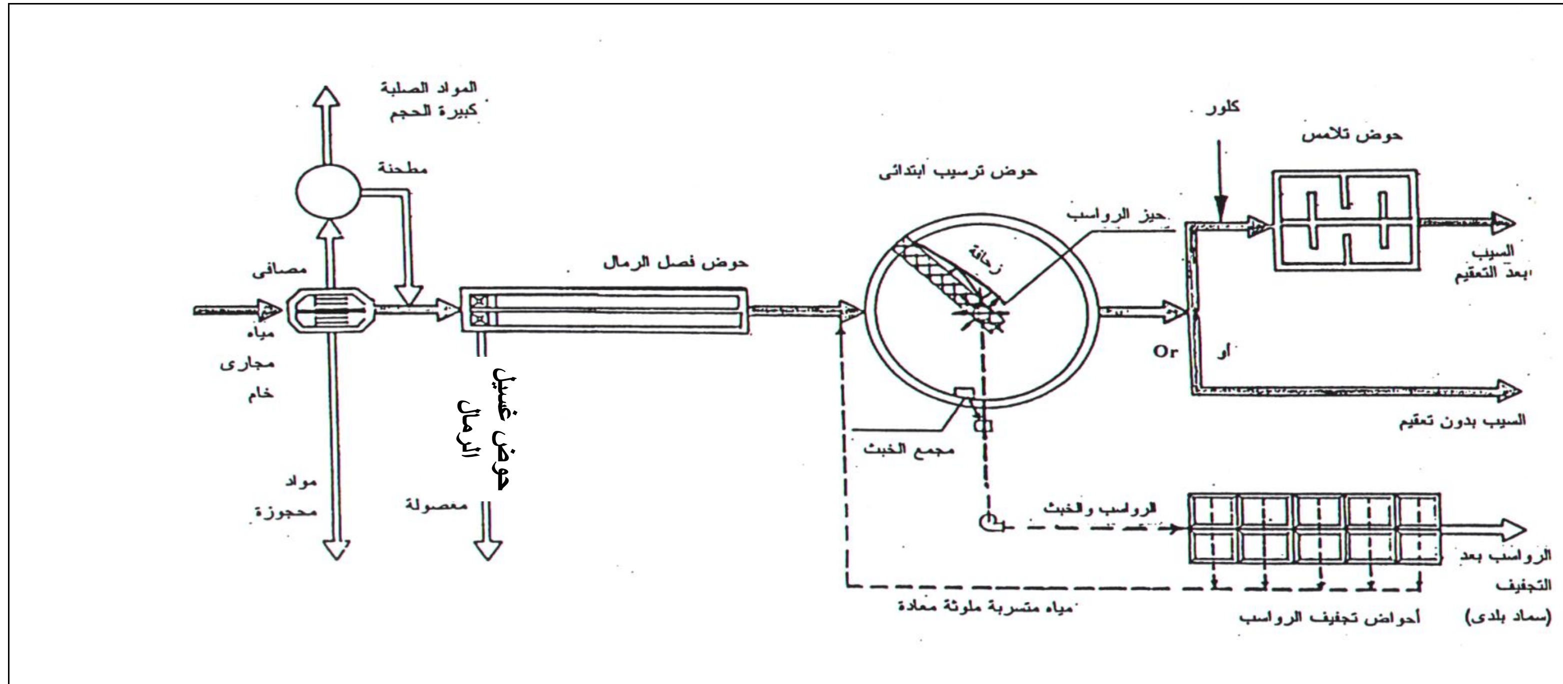
الخطوات المتبعة في معظم محطات معالجة مياه الصرف الصحي تتلخص فى الوحدات التالية

- معالجة تمهيدية
- معالجة ابتدائية.
- معالجة ثانوية (بيولوجية) بمختلف أنواعها.
- معالجة متقدمة (إضافية) بمختلف أنواعها.
- أعمال التخلص من السيب الناتج.
- معالجة الرواسب (الحمأة) الناتجة من وحدات المعالجة.

المعالجة التمهيدية (الأولية) لمياه الصرف الصحى Preliminary Treatment

مكونات وحدات معالجة مياه الصرف الصحي التمهيدية

المصافي: وحدات فصل الرمال والزيوت والشحوم.



شكل رقم (١) المعالجة التمهيدية (أولية)

شكل رقم (١) رسم تخطيطى لمسار مياه الصرف الصحى فى وحدات المعالجة التمهيدية والإبتدائية

المصافى Screens

تقوم المصافى بحجز المواد الطافية كبيرة الحجم أثناء مرور مياه الصرف الصحي الخام خلالها و حجز المواد الطافيه على سطح مياه الصرف الصحي ذات المنظر الغير مرغوب فيه، وتنقسم المصافى إلى الأنواع التالية:

المصافى المتوسطة والكبيرة الفتحات

المصافى – تتراوح سعة فتحات المصافى المتوسطة من ٠,٢٥ إلي ١,٥٠ بوصة، والمصافى الكبيرة من ١,٥ الي ٦,٠ بوصة

المصافى الدقيقة

يتراوح عرض هذه الشقوق من ١/١٦ بوصة الي ١/٤ بوصة وطولها من ١/٢ بوصة الى ٢ بوصة، ولا يفضل استخدامها في المناطق الريفية

تستعمل في الحالات الآتية:

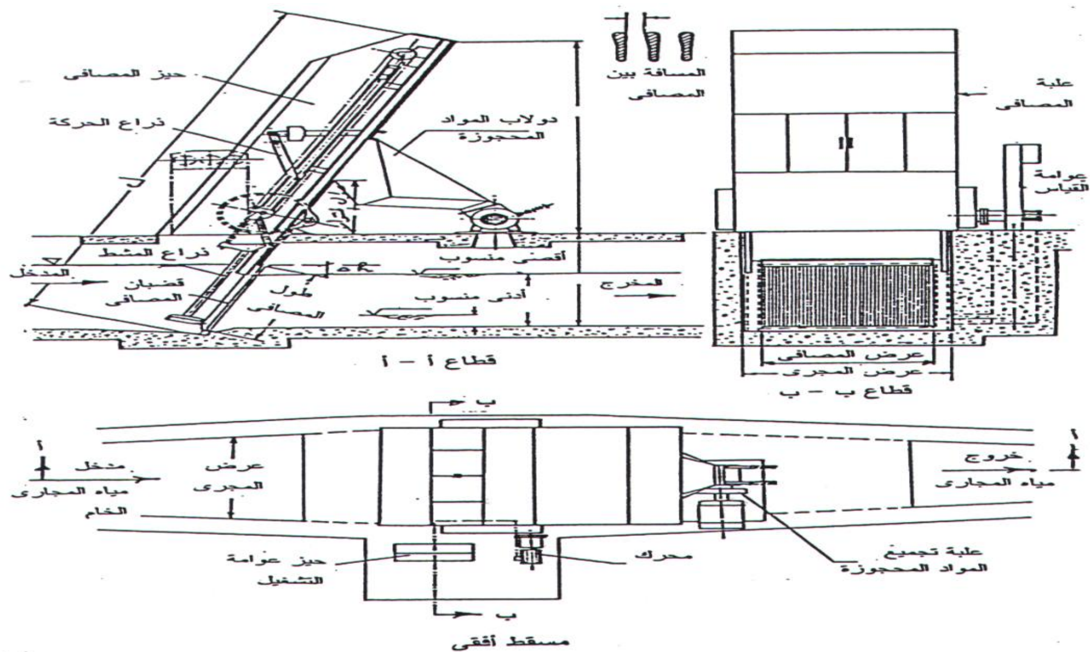
أ. تصفية المخلفات السائلة بدون معالجة.

ب. وجود مخلفات صناعية تحوي مواد عالقة يصعب ترسيبها.

ج. التهويه الممتده.

المصافى المتحركة

هي مصافي علي شكل شريط دائري يلف علي إسطوانتين أفقيتين.



شكل رقم (٢) تفاصيل المصافي الميكانيكية

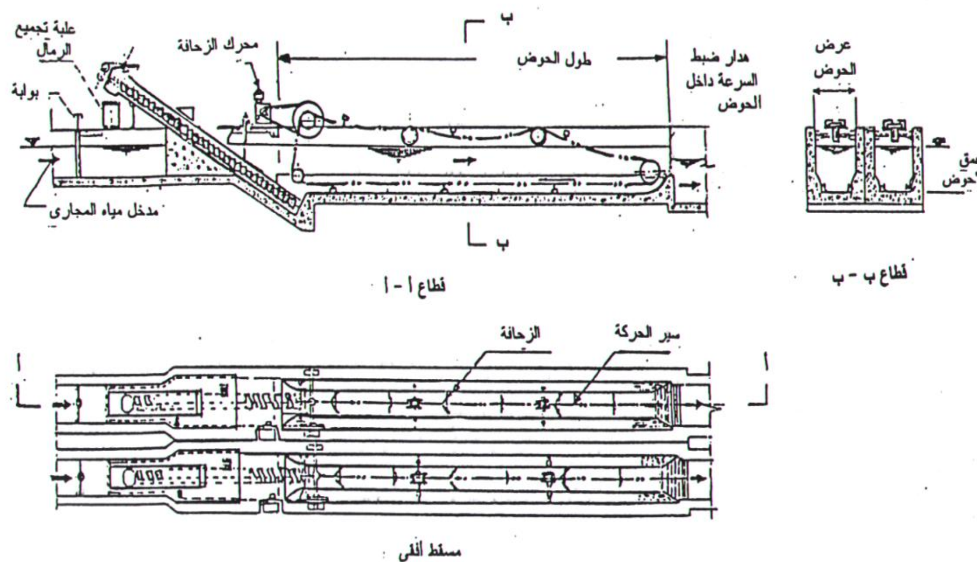
وحدات فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم Grit, Oil And Grease Removal

تتكون من أحواض فصل الرمال وإزالة الزيوت والشحوم كما فى المدن، أو من وحدات فصل الرمال فقط كما هو الحال فى القرى حيث تكون كمية الزيوت قليلة.

أحواض فصل الرمال

هى أحواض مستطيلة الشكل أو دائرية، ولا تتعدى مدة مكث المياه فى هذه الأحواض دقيقة واحدة وبسرعة لا تزيد عن ٠,٣ م / ث. التى تسمح بترسيب المواد الغير عضوية التى يبلغ قطرها ٠,٢ مم ويتم تنظيف أحواض فصل الرمال عن طريق إزالة الرمال بتسليط خرطوم مياه على الرواسب فتكسحها إلى خارج الحوض لتسير فى مواسير إلى موضع التخلص منها.

وهناك طريقة أخرى لتنظيف هذا النوع من أحواض فصل الرمال وذلك بإستعمال كاسحات تتحرك بقوة موتور كهربى فتدفع أمامها الرمال إلى منخفض فى مدخل الحوض



شكل رقم (٣)

تفاصيل أحواض فصل الرمال



الشكل يوضح فاصل الرمال والكوبري المتحرك

أحواض إزالة الزيوت والشحوم

فى حالة الرغبة فى إزالة الزيوت والشحوم من مياه الصرف الخام يتم إنشاء حوض إزالة الزيوت والشحوم الذى تصل فية فترة المكث من ٥ إلى ١٠ دقائق مع إمدادة بالهواء المضغوط لتسهيل عملية تعويم الزيوت والشحوم، ومدة البقاء بأحواض فصل الزيوت والشحوم بين خمس وثمانى دقائق، والهواء الحر اللازم لذلك هو حوالى ١٤م^{3} لكل حوالى ٤٠٠٠ م^{3} من مياه الصرف الصحى. وقد وجد أن إضافة حوالى ١,٥ جزء/المليون من الكلور يساعد أيضا على سرعة إزالة هذه المواد العضوية.

وغالباً ما يتم إنشاء حوض واحد لكل من فصل الرمال وفصل الزيوت والشحوم. ويمكن دمج حوض فصل الرمال مع هذا الحوض وتكون فترة المكث بين ٥ – ١٠ دقائق.

المعالجة الإبتدائية لمياه الصرف الصحي Primary Treatment

والغرض من أحواض الترسيب هو التخلص من المواد العضوية العالقة بمياه الصرف الصحى بفعل الجاذبية الأرضية فتسقط بتأثير ثقلها إلى قاع الحوض حيث تجمع ويتم التخلص منها، ويجب التعرف على المصطلحات الفنية التالية:

الخبث

هو المواد الطافية بالحوض والغير قابلة للرسوب وغالبيتها من الزيوت والشحوم وهى ذات رائحة كريهه، وبتراكمها على السطح تحجز الهواء والضوء من التخلخل بمياه الصرف الصحى بالحوض.

الحمأة السائلة

هى المواد المشبعة بالمياه والراسبة بقاع حوض الترسيب وكمية الحمأة السائلة تقدر بما لا يزيد عن ١% من كمية مياه الصرف الصحى الداخلة للحوض.

مدة البقاء النظرية أو مدة المكث النظرية

هى المدة النظرية المفروض أن تمكثها نقطة مياه بالحوض، أو المدة التى تلزم لنقطة مياه الصرف الصحى أن تقطع فيها المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة بالسرعة النظرية.

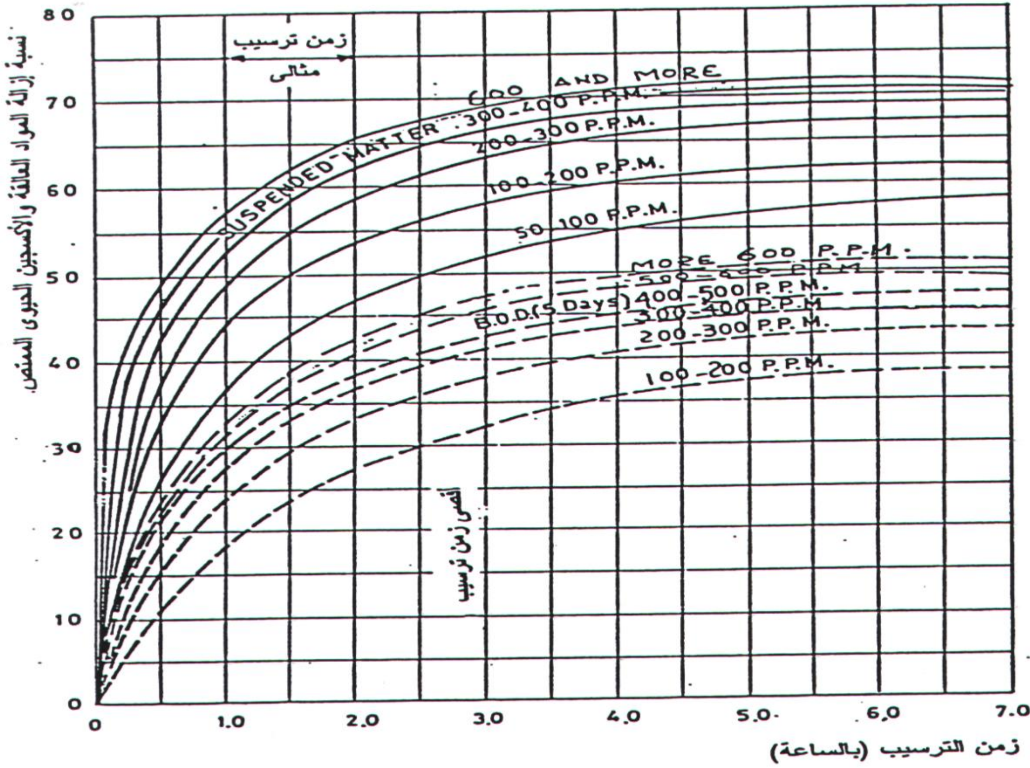
السرعة النظرية

هى سرعة مياه الصرف الصحى بحوض الترسيب على اساس المعادلة التالية :

السرعة =	التصرف (م^{3} / الثانية)	(م / ثانية)
	مساحة قطاع الحوض (م^{2})	

مدة البقاء الفعلية

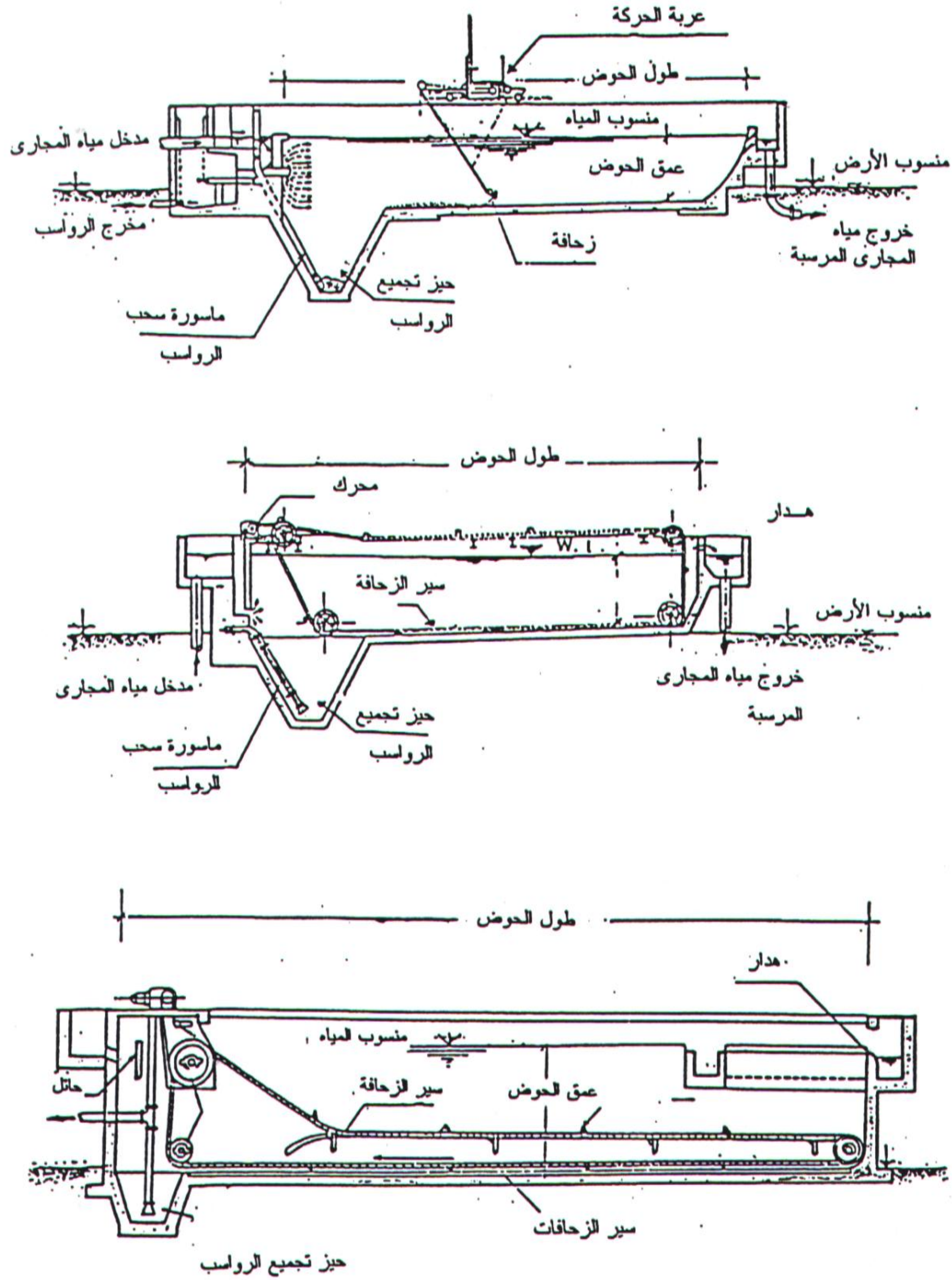
هى المدة الفعلية التى تقطع فيها نقطة المياه المسافة بين مدخل الحوض ومخرجة ويستمر فيها سريان الماء بالحوض، وروعى فى تصميمها أن تكون سرعة المياه بها بطيئة ومدة بقائها بها كافية بحيث تسمحان بترسيب غالبية المواد العالقة بمياه الصرف.



شكل رقم (٤) العلاقة بين زمن الترسيب الطبيعى وكفاءة أحواض الترسيب الإبتدائى

تنقسم غالبية أحواض الترسيب إلى الأنواع التالية:

- من حيث أتجاه سير المياه : رأسى – أفقى – دائرى.
- من حيث شكل الحوض : مستطيل – مربع – دائرى
- من حيث طريقة سحب الحمأة : يدوى – ميكانيكى – بضغط المياه.
- من حيث مناسيب قاع الحوض : أفقى – بميل بسيط – هرمى شديد الميل.



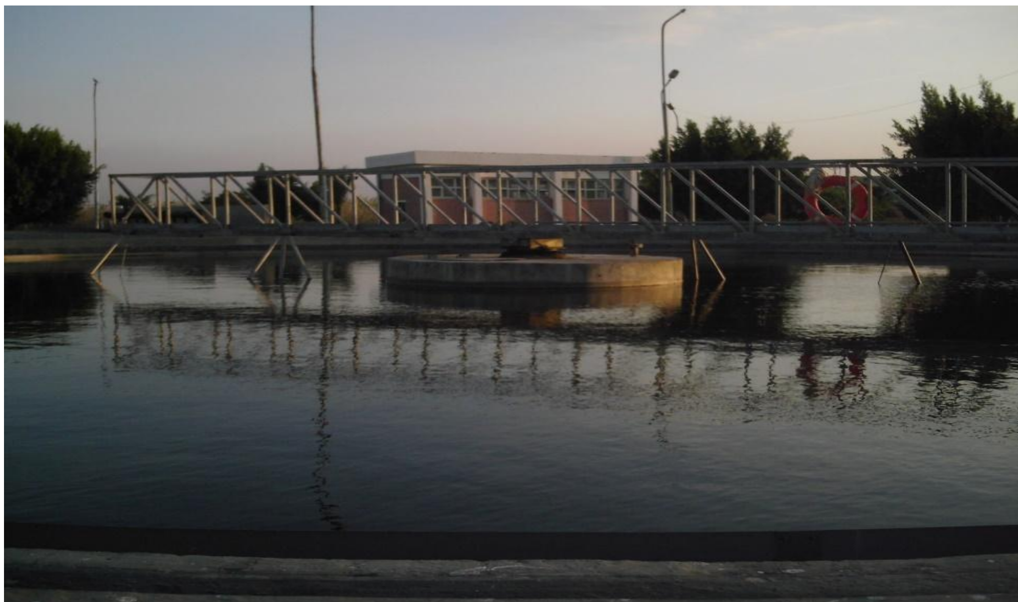
شكل رقم (٥) نماذج مختلفة لأحواض الترسيب الابتدائية المستطيلة الشكل

قطر الحوض
محرك الكوبرى
هدار
منسوب الأرض
مدخل مياه المجارى
ماسورة
الصرف الصحى
لوح الحديد
حيز تجميع الرواسب
خروج الرواسب

قطر الحوض
كوبرى متحرك
هدار
عمق الحوض
لوح الحديد
مدخل مياه المجارى
خروج مياه المجارى المرسبة
حيز تجميع الرواسب

مدخل مياه الصرف الصحى
خروج مياه الصرف الصحى
وبرى متحرك
منسوب سطح الأرض
مدخل مياه المجارى
لوح الحديد
ماسورة سحب الرواسب
حيز الرواسب

شكل رقم (٦) نماذج مختلفة من أحواض الترسيب الابتدائية دائرية الشكل





الشكل يوضح حوض الترسيب النهائي

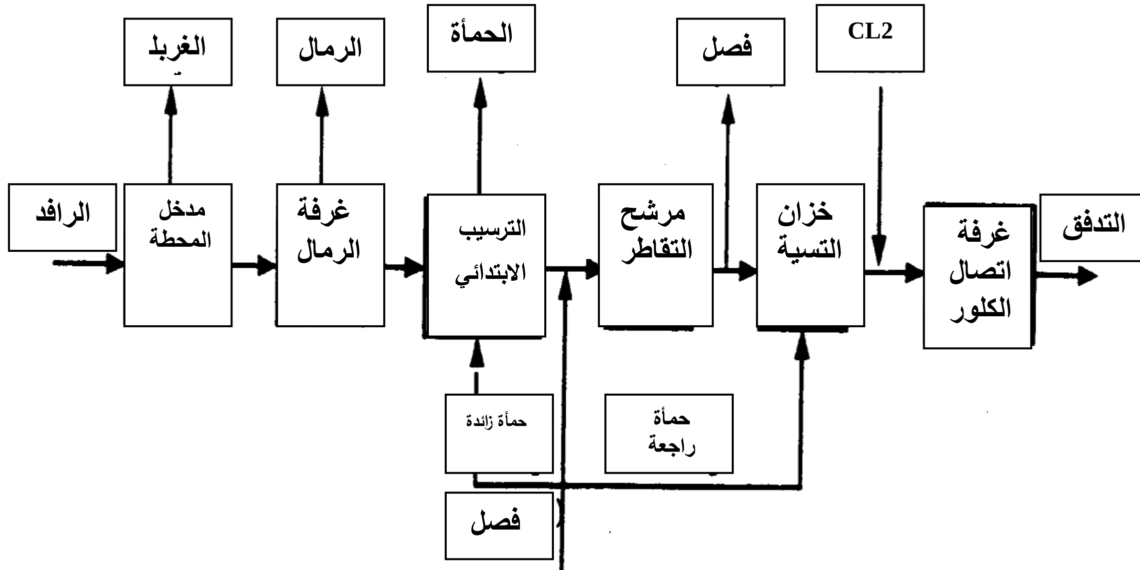
المعالجة الثانوية (البيولوجية) Secondary Treament

تحتوى مياه الصرف الصحى على فيروسات تصنف حسب العائل، حيث أنها المصدر الرئيسى للكائنات الحية المسببة للأمراض مثل التيفود والدوسنتاريا والإسهال والكوليرا إضافة إلى ذلك تحتوى أمعاء الإنسان على أعداد هائلة من البكتريا تعرف باسم بكتريا القولون، وتعد هذه الكائنات غير ضارة للإنسان بل نافعة فى التخلص من المواد العضوية

ويمكن قياس المواد العضوية عن طريق قياس متطلبات الأكسجين الكيميائى (COD) والحيوى (BOD)، وكلما زادت كمية الأكسجين الكيميائى والحيوى دل ذلك على تركيز عال للمواد العضوية.

١,٤. النمو المعلق (الحمأة النشطة)

تتلخص هذه العملية فى ضخ مياة الصرف الصحى المعالجة إبتدائيا والمحتوية على مواد عضوية فى خزان تهوية يحتوى على بكتريا التى تقوم بتحويل المواد العضوية إلى مواد بسيطة ويتم التحكم فى العوامل البيئية فى الخزان عن طريق استخدام الهواء المضغوط أو التهوية الميكانيكية التى تهيئ كذلك إلى تأمين خلط مستمر للمحتويات، وبعد فترة محددة من الزمن تتراوح ما بين ٦ – ١٢ ساعة يتم ضخ المخلوط الذى يحتوى على خلايا جديدة ومعمرة إلى خزان ترسيب، حيث يتم فصل الخلايا المترسبة عن الماء بعمل الجاذبية، ويتم تدوير جزء من الخلايا المترسبة إلى خزان الخلط من أجل الحفاظ على التركيز المطلوب من الكائنات فى خزان التهوية، أما المتبقى فيتم التخلص منه، وتكاثر الأحياء الدقيقة يعتمد على درجة الحرارة والرقم الهيدروجينى ووجود العناصر الضارة.

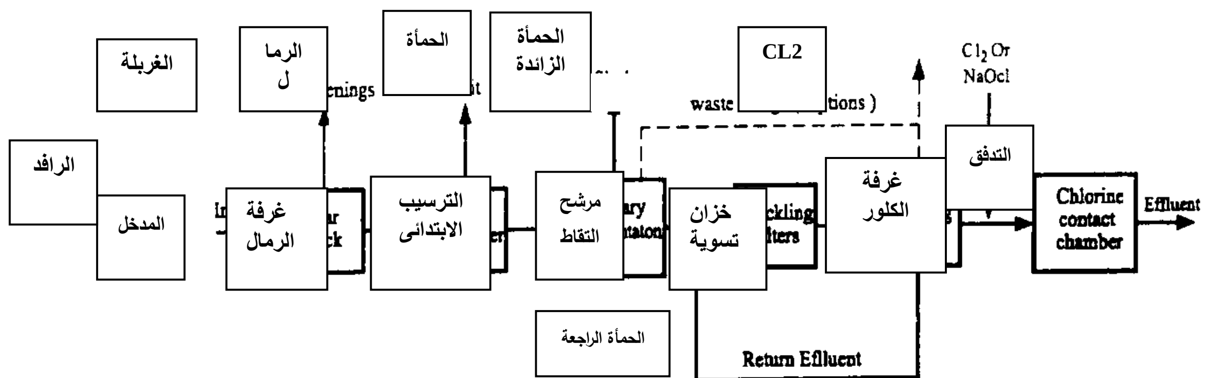


شكل رقم (8) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بنظام النمو المعلق (الحمأة المنشطة)

النمو الملتصق (المرشحات الزلطية) Trickling filters

تعمل هذه النظم على اساس التصاق الكائنات الحية بوسط (الشرائح الحيوية) يسمح بتحليل المواد العضوية عند مرور مياه الصرف الصحى علية.

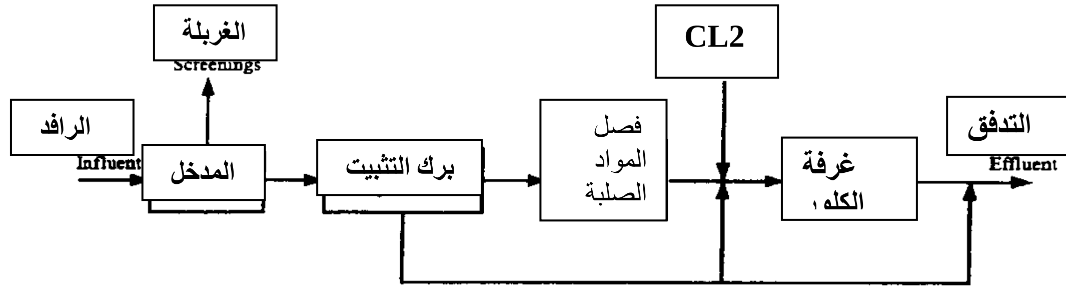
تقوم الشرائح الحيوية بأمتصاص المواد العضوية الموجودة فى مياه الصرف ويتم تحليل المواد العضويه من قبل الكائنات الحية الهوائية فى الأجزاء الخارجية من تلك الشرائح، ومع نمو وتكاثر الكائنات الحية فإن سمك الشرائح يزداد وبالتالى فإن الأكسجين يتم إستهلاكة قبل وصولة إلى داخل الطبقة وعندئذ تكون هناك بيئة لاهوائية قريبة من سطح محتويات المرشح، وبزيادة سماكة طبقات المادة اللزجة فى الشرائح فإن المواد العضوية التى تم أمتصاصها يتم أستهلاكها قبل وصول الكائنات الحية القريبة من سطح محتويات المرشح، ونتيجة لذلك فإن تلك الكائنات الحية تكون فى مرحلة الموت وتفقد مقدرتها على الإلتصاق، ومن ثم إزالتها مع السائل ويبدأ بعدها فى تكوين طبقة أخرى وهكذا.



شكل رقم (9) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بنظام المرشحات البيولوجية (المرشحات الزلطية)

المستنقعات والبرك (بحيرات التثبيت أو بحيرات الأكسدة)Stabilization, Oxidation ponds

العمليات البيولوجية التى تتم فى البرك التى تقوم فيها البكتريا الهوائية بتحليل المواد العضوية فى الطبقة العليا من البركة متخذة من الطحالب وكذلك الأكسجين الجوى مصدراً للأكسجين، وفى الجزء السفلى يتم تحليل المواد العضوية عن طريق البكتريا اللاهوائية، وتعتمد فاعلية البرك على الرياح والخلط الذى يتم وكذلك على درجة حرارة الجو.



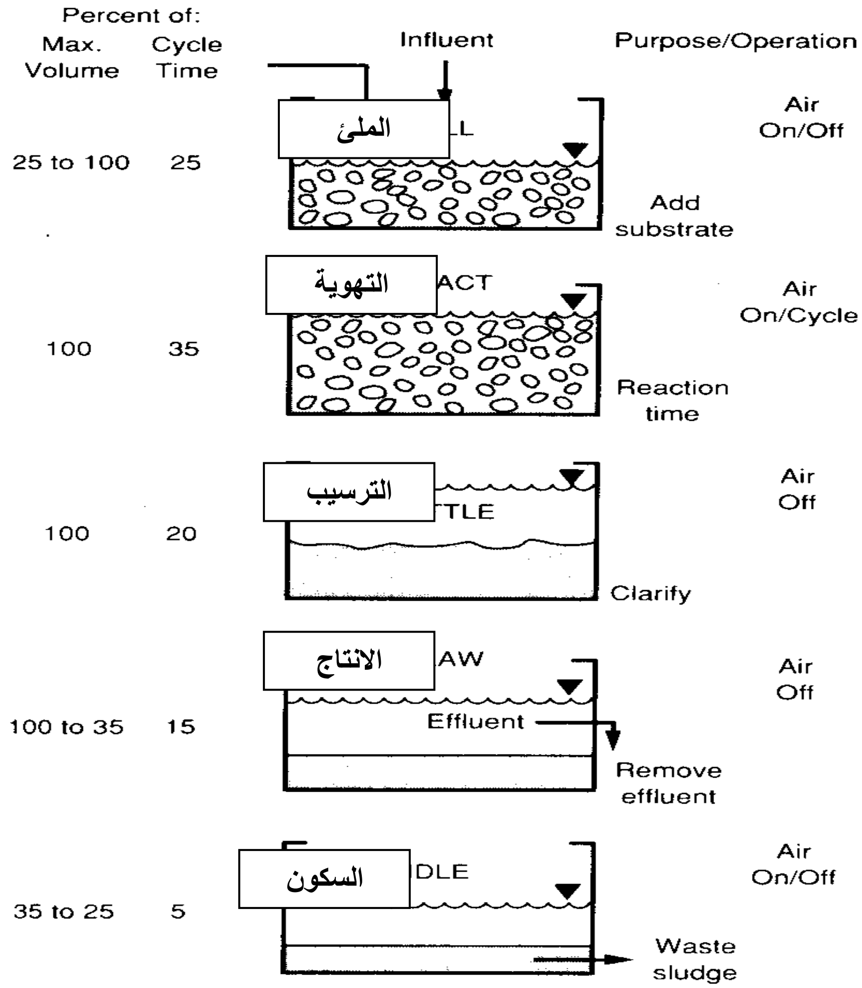
شكل رقم (١٠) نظام معالجة مياه الصرف الصحى باستخدام بحيرات الأكسدة الطبيعية

المعالجة البيولوجية بنظام الحمأة المنشطة – المفاعل متعدد الدفعات (الوظائف) Sequencing Batch Reactor (SBR)

يتم معالجة مياه الصرف الصحى بيولوجياً فى المفاعل متعدد الدفعات وهو حوض واحد يتم ملئه وتهويته بمياه الصرف الصحى الخام وتخلط مع الحمأة المنشطة الموجودة بالحوض ثم تتم عملية الترسيب فى حوض واحد مشترك (SBR).

صف عملية المعالجة البيولوجية بالمفاعل متعدد الدفعات SBR

(١) الملئ، (٢) التهوية، (٣) الترسيب، (٤) الإنتاج والتفريغ، (٥) السكون.



شكل رقم (١١) خطوات المفاعل المتعدد الوظائف – الدفعات (الحمأة المنشطة) لمعالجة مياه الصرف الصحى.

رقم الخطوة أو الفترة		وصف التفاعلات والعمليات التى تتم بالمفاعل SBR
الأولى	الملئ	الغرض من عملية الملئ هى خلط الحمأة المنشطة الموجودة بقاع الحوض مع مياه الصرف الصحي الخام المضافة أو المخلفات الأولية (بعد فصل المواد الصلبة بالمصافى وكذلك فصل الرمال والزيوت والشحوم بالحوض المخصص لذلك) إلى المفاعل SBR. عمليةالملء تسمح عادة مستوى مياه الصرف الصحى في المفاعل ليرتفع من ٢٥% في المئة من الطاقة في نهاية الفترة إلى ١٠٠% إذا تسيطر عليها الزمن، فإن عملية الملئ تستغرق عادة حوالي ٢٥% من الوقت للدورة الكاملة.
الثانية	التفاعل البيولوجى	الغرض من رد فعل هو استكمال ردود الفعل التي كانت قد بدأت أثناء الملئ، وعادة رد الفعل يستغرق ٣٥% من مجموع وقت الدورة الكاملة للمفاعل.
الثالثة	الترسيب	خطوة الترسيب هو السماح لفصل المواد الصلبة والناتجة والموجودة فى مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها بالتهوية، ولابد من صرف المخلفات الصلب وفى SBR، وهذه العملية عادة أكثر كفاءة بكثير مما كانت عليه في نظام الصرف المستمر لأنها في هذا الوضع تكون ترسيب مياه الصرف الصحى التى تمت معالجتها فى المفاعل هادئة تماماً.
الرابعة	التفريغ (الإنتاج)	الغرض من هذه الخطوة هو صرف مياه الصرف الصحى المعالجة والتى تم ترسيب المواد الرملية العالقة ومعظمها مواد عضوية تم أكسدتها من المفاعل، والوقت المخصص للفترة تتراوح من ٥ – ٣٠% من مجموع وقت الدورة الكاملة من ١٥ دقيقة – ٢ ساعة (نأخذ ٤٥ دقيقة كونها فترة التعادل نموذجى).
الخامسة	السكون، سحب الحمأة الزائدة WAS	الغرض من فترة السكون في نظام المفاعل متعدد الوظائف والدفعات هو توفير الوقت للمفاعل الواحد لإعادة دورة الملئ قبل أن ينتقل إلى وحدة مفاعل أخرى وفترة السكون هذه ليست مرحلة ضرورية، ويمكن حذفها فى بعض الأحيان مع الأخذ فى الإعتبار سحب الحمأة الزائدة دون أن يؤثر ذلك على فترة إعادة الملئ للحوض متعدد الوظائف – الدفعات.

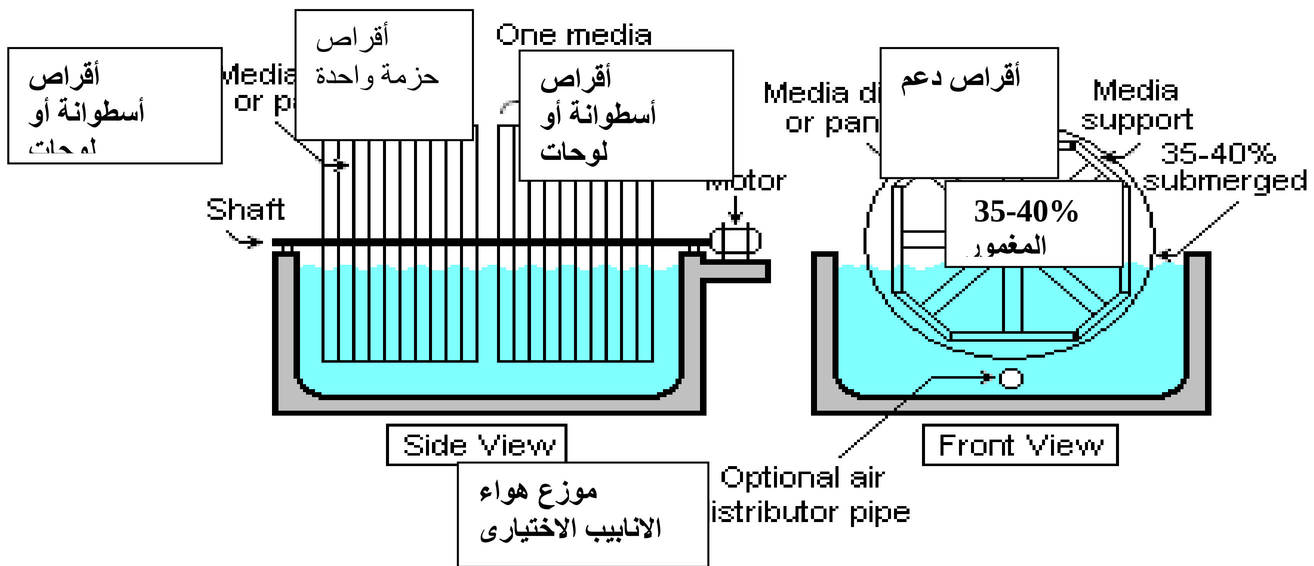
جدول رقم (١) خطوات معالجة مياه الصرف الصحى بالمفاعل متعدد الوظائف – الدفعات بنظام الـ SBR

الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحى Rotating Biological Conductors

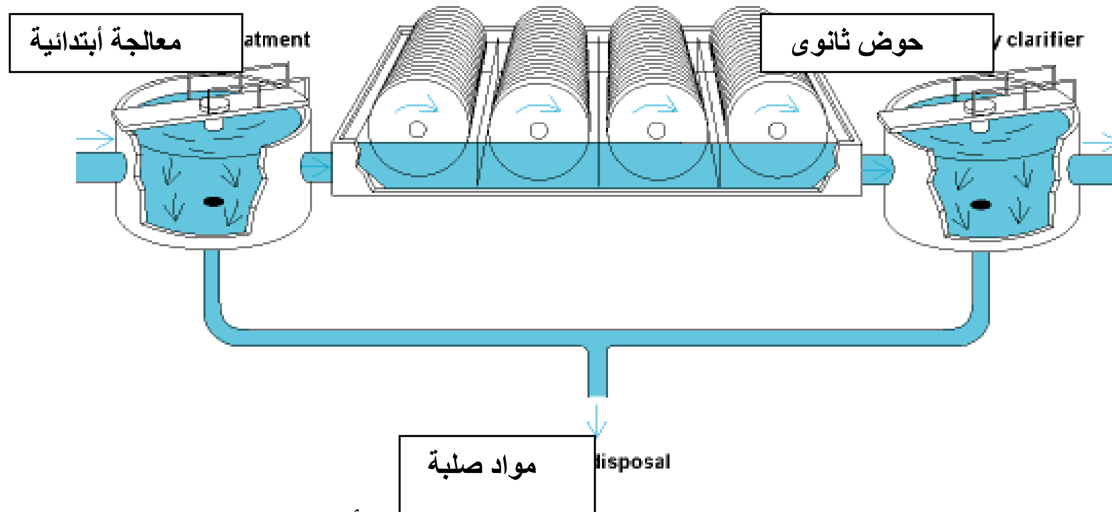
الأقراص البيولوجية الدوارة هى نظام النمو الملتصق Attached Growth الأقراص البيولوجية الدوارة عبارة أقراص دائرية خفيفة الوزن تتحرك بسرعة بطيئة مغمورة جزئيا فى حوض قاعة على شكل إسطوانى به مياه الصرف الصحى، وتصنع هذه الأقراص من بعض أنواع البلاستيك وأثناء الحركة الدائرية للأقراص تكون مغمورة إلى أسفل عامود الدوران المثبت فى مركز الأقراص بحيث ينغمر ٤٠–٤٥% من مساحة سطحها فى مياه الصرف الصحى أثناء الدوران، نتيجة لهذا الدوران فإن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة لزجة من المواد العضوية والبكتريا وهذه الطبقة البيولوجية يتراوح سمكها من ١–٤ مم وتسقط الطبقة البيولوجية من على سطح القراص الدوارة الملتصقة عليها كلما زاد سمكها بدرجة وتعتمد درجة التساقط هذه على سرعة الدوران. وتحتاج هذه الطريقة مثل وحدات المعالجة البيولوجية لأحواض ترسيب نهائى

مسطح الطبقة البيولوجية فيها كبير وكذلك يتم تشغيلها فى ظروف تكون فيها نسبة الغذاء للكائنات الدقيقة منخفضة.

كما أن هذه الطبقة البيولوجية تسمح بتحميل صدمات من الأحمال الهيدروليكية والأحمال العضوية بصورة جيدة. والمقصود بالصدمات هو الحمل الزائد الغير متوقع وعلى فترات زمنية متباعدة وليس بصفة دائمة.



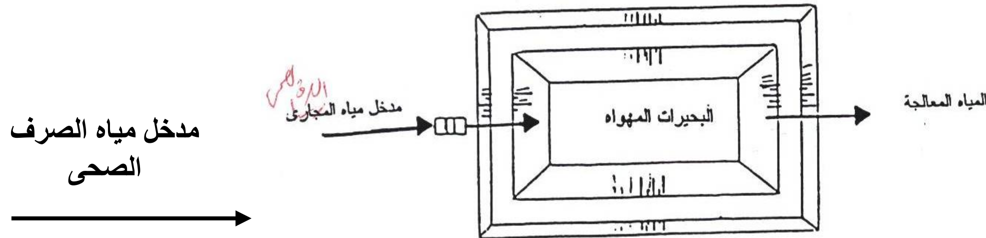
شكل رقم (١٢) تفاصيل الأقراص البيولوجية الدوارة لمعالجة مياه الصرف الصحي



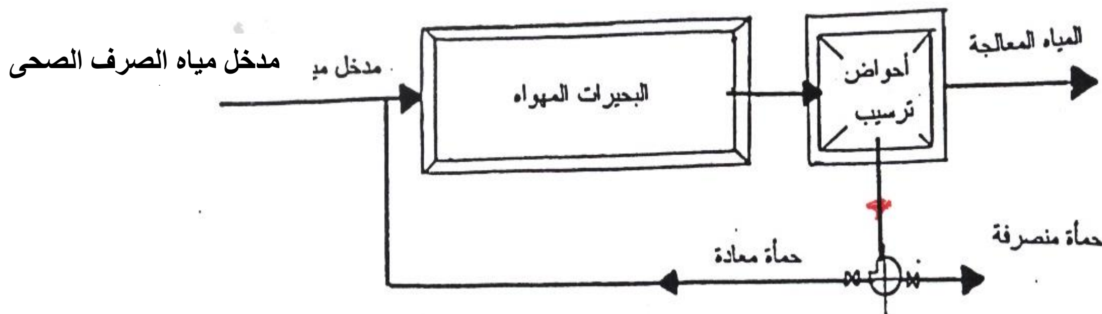
شكل رقم (١٣) وحدات معالجة مياه الصرف الصحي باستخدام الأقراص البيولوجية الدوارة

نظم معالجة مياه الصرف الصحى بالبحيرات المهواة Aerated Lagoons

يتم دخول المياه الملوثة الخام بعد المصافى إلى البحيرات المهواة وهى بحيرات الأكسدة ولكن عمقها يتراوح بين ٢,٥ إلى ٥,٠ متر وميل الجوانب من (١:١,٥) أو (٢ : ١) والتصميم فى هذه البحيرات تؤدى عملية التهوية الوظيفة التى تقوم بها الطحالب فى بحيرات الأكسدة وتتراوح مدة بقاء المياه فى البحيرات بين ٢ إلى ٦ أيام أو أكثر حسب خواص المخلفات السائلة كما يتم امداد البحيرات بالهواء عن طريق قلابات الهواء ميكانيكية ذات قدرة (٥ أو ١٠ أو ١٥) حصان ميكانيكى ويختلف قدرة القلاب حسب حجم البحيرة وبالتالى يتم امداد البحيرة بالهواء اللازم لعملية مزج محتويات البحيرة وكذلك الأكسجين الكافى لعملية الأكسدة البيولوجية.



شكل رقم (١٤-١) مسار مياه الصرف الصحي في البحيرات الهوائية المهواة



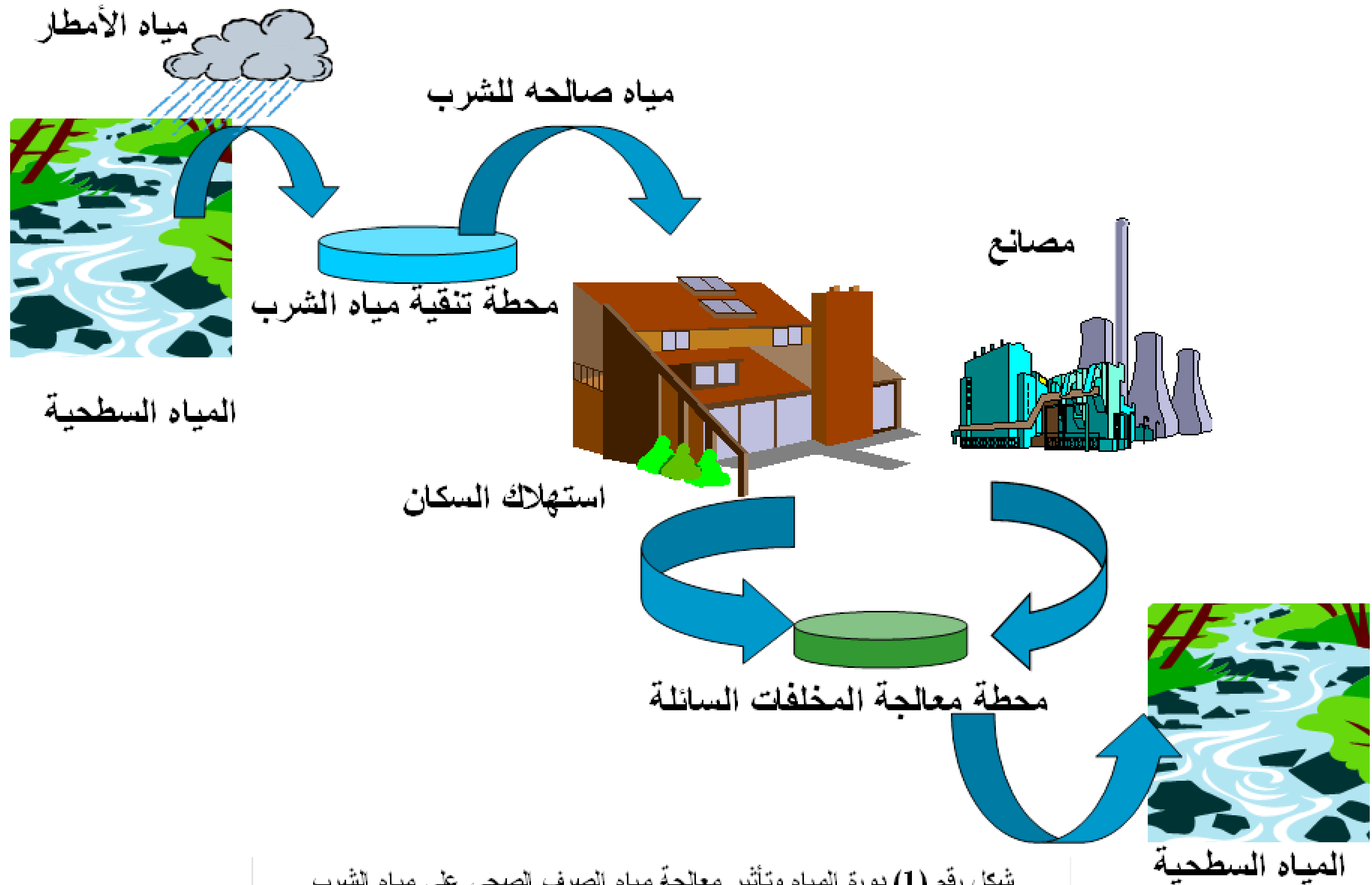
شكل رقم (١٤-٢) مسار مياه الصرف الصحى فى البحيرات المهواة (تهوية ممتده)

مقدمة عن معالجة المخلفات السائلة

مقدمه

تجرى أعمال معالجة المخلفات السائلة بهدف التخلص من الملوثات الموجودة بالمخلفات السائلة الخام وتحسين خواصها بحيث يصبح التخلص منها والاستفادة منها أو إعادة استخدامها لا تشكل أي أضرار بالصحة العامة أو البيئة.

كما أن محدودية مصادر المياه الصالحة للاستخدام جعل من الضروري البحث عن مصادر أخرى لمواجهة الزيادة المطردة في عدد السكان ونقص المياه الصالحة للاستخدام ومن أهم هذه المصادر مياه الصرف الصحي المعالجة التي من الممكن استخدامها في مجال الزراعة أو الصناعة أو تغذية المياه الجوفية طبقا لخصائصها وطرق معالجتها.



شكل رقم (1) دورة المياه وتأثير معالجة مياه الصرف الصحي على مياه الشرب

مصادر المخلفات السائلة:

١. الاستخدامات السكانية

وهى المخلفات السائلة الناتجة عن استهلاك المياه في المناطق السكانية والتجارية والخدمية.

٢. الاستخدامات الصناعية:

وهى المخلفات السائلة المسموح بصرفها على أعمال الصرف الصحي والواردة من النشاط الصناعي.

٣. المصادر الأخرى:

وهى المياه المجمعة من مياه الأمطار ومياه الرشح.

الملوثات الموجودة بالمخلفات السائلة:

- مواد صلبه.
- مواد عضويه قابلة للتحلل وغير قابلة للتحلل.
- البكتيريا الناقلة للأمراض.
- نيتروجين وفسفور عضوي.
- المعادن الثقيلة.

طرق معالجة المخلفات السائلة

تتم إزالة الملوثات الموجودة بالمخلفات السائلة بطرق طبيعية وكيميائية وبيولوجية عن طريق وحدات تعمل في مجموعات متنوعة عند اختيار نظم المعالجة ودراسة الأسس التصميمية لكل وحده.

١. المعالجة الطبيعية:

وهى المعالجة التي تعتمد على القوى الطبيعية (التثاقل) وتشمل أعمال التصفية والترويب والترسيب والتعويم والترشيح ولذلك تسبق أي وحدات أخرى للمعالجة.

٢. المعالجة الكيميائية:

وهى التي تعتمد على إضافة الكيماويات قبل عملية الترسيب والامتصاص والتطهير ففي حالة الترسيب تعمل بعض المواد الكيمائية مثل كلوريد الحديديك على تجميع وترسيب المواد العالقة وفي الامتصاص مثل كبريتات الالومنيوم فيعتمد على قوى الجذب بين المواد العالقة والمواد الكيماوية أما التطهير مثل الكلور فيعتمد على أكسدة البكتيريا وذلك بتفتيت الجدار المحيط بها.

٣. المعالجة البيولوجية (الثانوية):

وهى التي تعتمد على تثبيت المواد العضوية بيولوجيا بالتخلص من بعض عناصرها حيث يتم إزالة المواد العضوية القابلة للأكسدة بيولوجيا سواء كانت عالقة أو ذائبة حيث تتحول هذه المواد إلى غازات وانسجه لخلايا حيه يمكن إزالتها بأحواض الترسيب.

ويعتمد اختيار نوع المعالجة المطلوبة طبقا لخواص وتركيزات الملوثات المطلوب إزالتها وذلك سواء لإعادة استخدام المياه المعالجة أو التخلص منها بصوره أمنه.

ويوضح الجدول التالي نوع الملوثات ونوع المعالجة المناسب لإزالتها:

الملوثات	نوع المعالجة المناسب لإزالتها
المواد الصلبة العالقة Suspended solids	• طرق المعالجة الطبيعية من: – التصفية والفرم – إزالة الرمال والتعويم – الترويب والترسيب باستخدام أو بدون كيماويات.
المواد العضوية القابلة للتحلل Degradable organic matters	• المعالجة البيولوجية (الثانوية) مثل: – حماة منشطة – مرشحات بيولوجية – برك أكسده
البكتيريا الناقلة للأمراض H. bacteria	• التعقيم بالكلور ومركباته: – الأوزون – الأشعة فوق البنفسجية
النيتروجين العضوي Organic nitrogen	المعالجة البيولوجية والكيماوية بواسطة نمو البكتريا إلى نترات والاختزال إلى أمونيا وإضافة أملاح المعادن و الكلور بجرعة مساوية لنقطة الانكسار.
الفسفور العضوي Organic phosphors	المعالجة البيولوجية والكيماوية إضافة الجير ثم الترسيب
المعادن الثقيلة Heavy metals	الترسيب والكيماويات التبادل الأيوني
المواد العضوية الغير قابلة للتمثيل Non degradable organic matter	المعالجة الثلاثية بالأوزون والامتصاص بالكربون النظم الطبيعية

أنواع محطات المعالجة

يمكن تقسيم المعالجة البيولوجية إلى ثلاثة أقسام:

1. **المعالجة بالتلامس والتثبيت**

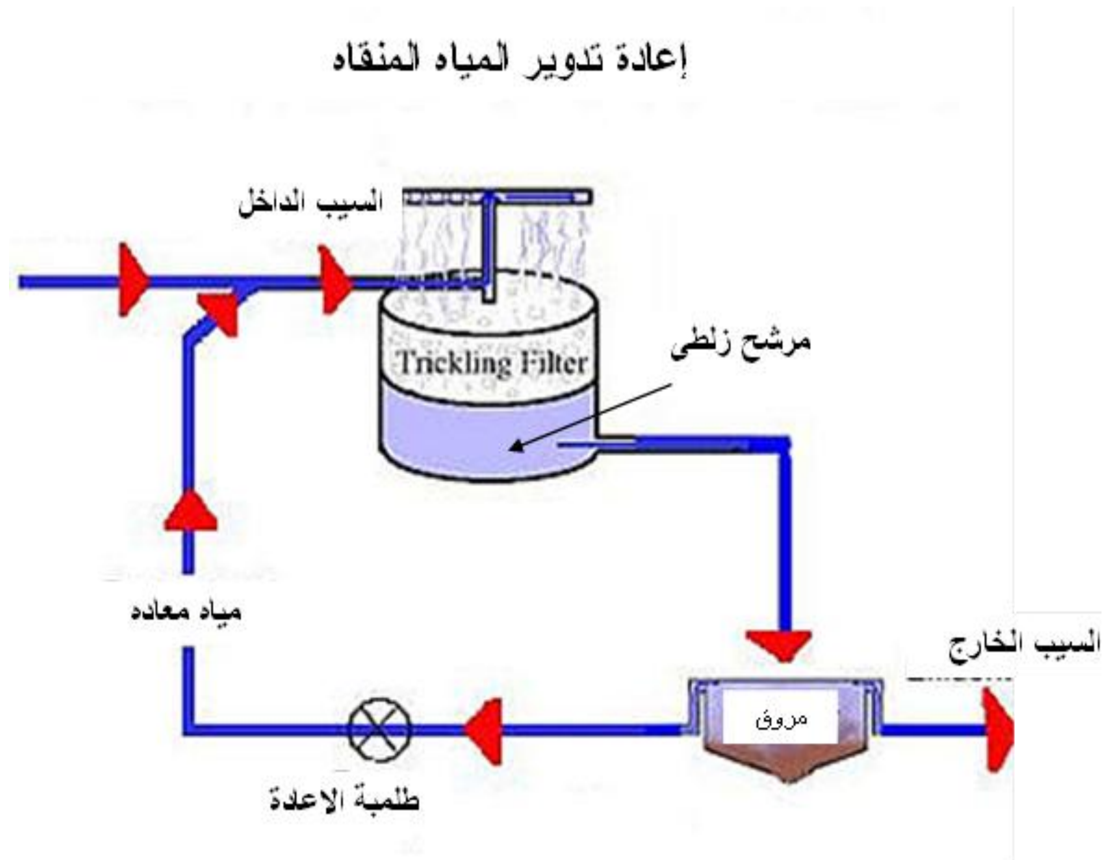
وتتم المعالجة البيولوجية بهذه الطريقة عن طريق تكوين طبقة أو غشاء رقيق (طبقة هلامية) تحتوى على كمية من الكائنات الحية الدقيقة والبكتيريا على سطح وسط التلامس حيث تقوم هذه الطبقة بأكسدة المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة يمكن ترسيبها في أحواض الترسيب النهائية ومن طرق المعالجة بالتلامس والتثبيت:

المرشحات البيولوجية الزلطية ومنها المرشحات البيولوجية الزلطية البطيئة والمرشحات ذات المعدل السريع كما يمكن استخدام المواد البلاستيكية أو الكسر الحجري كوسط ترشيحي.

وتنشأ المرشحات البيولوجية من أحواض دائرية جدرانها من الخرسانة المسلحة أو الحجر الصلد ويكون القاع خرسانة مسلحه وبميول تناسب نظام صرف المياه من الأحواض ويكون الوسط الترشيحى من الكسر الحجري أو الزلط مقاس الحبيبة من (٥ – ١٠ سم) أو البلاستيك.

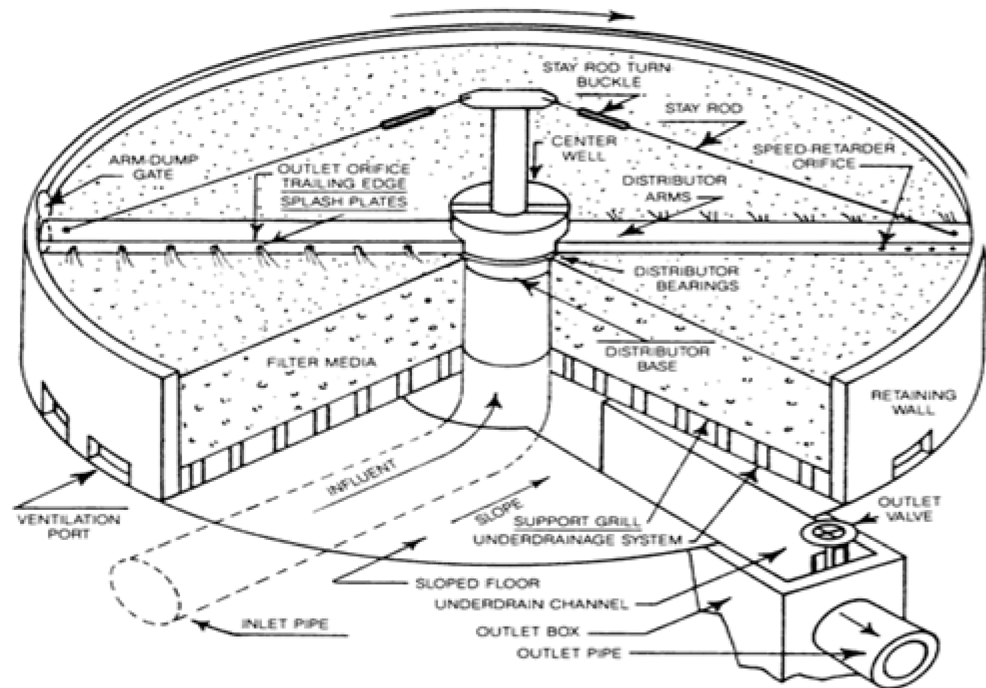
وتوزع المياه الواردة من أحواض الترسيب الابتدائي على سطح الوسط الترشيحى عن طريق موزعات دوارة عن طريق فرق المنسوب بين الموزعات والمياه في أحواض الترسيب الابتدائية.

شكل رقم (٥)إعادة المياه المعالجة إلى المرشح الزلطى



شكل رقم (٥) المرشح زلطى




اتجاه دوران ذراع
STAY ROD TURN BUCKLE
STAY ROD
CENTER WELL
SPEED-RETARDER ORIFICE
ARM-DUMP GATE
OUTLET ORIFICE
TRAILING EDGE
SPLASH PLATES
DISTRIBUTOR ARMS
DISTRIBUTOR BEARINGS
DISTRIBUTOR BASE
FILTER MEDIA
RETAINING WALL
INFLUENT
SLOPE
SUPPORT GRILL
UNDERDRAINAGE SYSTEM
OUTLET VALVE
VENTILATION PORT
SLOPED FLOOR
UNDERDRAIN CHANNEL
OUTLET BOX
OUTLET PIPE
INLET PIPE
مكونات المرشح الزلطى

بعض الأسس التصميمية للمرشحات الزلطية (البطيئة وذات المعدل العالي):

م	الأسس التصميمية	المرشحات البطيئة	ذات المعدل العالي
١	معدل التحميل السطحي الهيدروليكي	١–٤ م٣/ م٢/ اليوم	١٠–٣٠ م٣/ م٢/ اليوم
٢	معدل التحميل العضوي	٨٠–٣٢٠ جم BOD/ م٣/ اليوم	٥٠٠ –١٠٠٠ جم BOD/ م٣/ اليوم
٣	عمق مادة الترشيح	١,٨–٣ م	١–٢ م
٤	خط إعادة المياه المعالجة بيولوجيا	لا يحتوى	يحتوى

٢. الأقراص البيولوجية الدوارة:

الغرض من الوحدة أكسدة المواد العضوية وتحويلها إلى مواد ثابتة يمكن فصلها في أحواض الترسيب النهائي.

وتتكون الوحدة منها من أقراص دائرية خفيفة الوزن تدور بسرعة بطيئة مغمورة لمنتصفها تقريبا في حوض قاعه اسطواني به مياه الصرف الصحي وتصنع الأقراص عادة من البلاستيك.

اثناء التشغيل تكون الاقراص مغمورة الى اسفل عامود الدوران المثبت في مركز الاقراص بحيث يتغمر حوالى ٤٠ % من مساحة سطحها في مياه الصرف الصحي أثناء الدوران

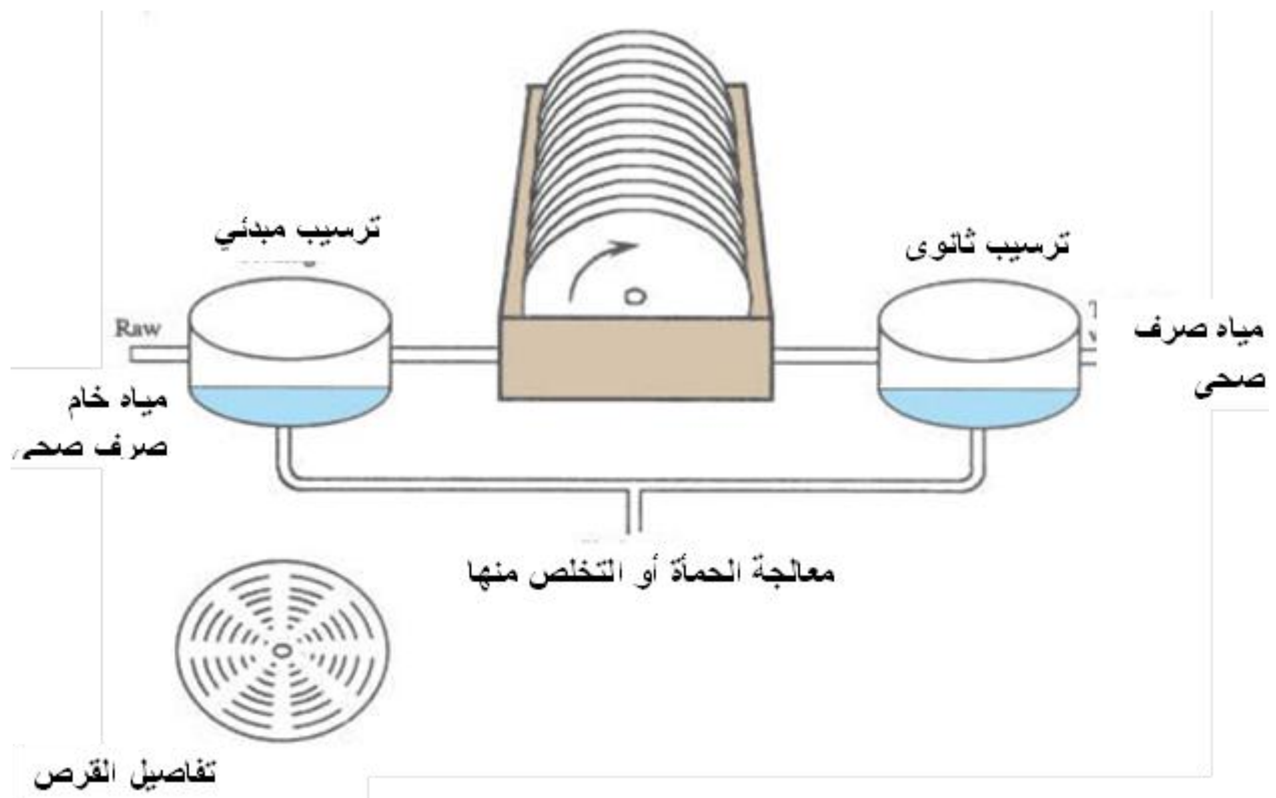
ونتيجة للدوران فأن جميع أسطح الأقراص الدوارة تتكون عليها طبقة بيولوجية تقوم بعملية المعالجة مع غمر الأقراص في المياه ثم تعرضها للهواء الجوي أثناء الدوران وتوضع في مجموعتين إلى ٦ مجموعات من الأقراص على التوالي إلى أن يصل طول كل مجموعة إلى ٧ متر.

بعض الأسس التصميمية للأقراص البيولوجية:

- سمك القرص الدوار = (١–٢) سم.
- قطر القرص = ٢ – ٣,٥متر
- سرعة الدوران = (١–٢) لفه/الدقيقة ويمكن مضاعفتها لزيادة كفاءة المعالجة.
- المسافة بين كل قرصين = (٣٠–٤٠) سم.
- الحمل الهيدروليكي = ٤٠–٦٠ لتر / م٢/ يوم.
- الحمل العضوي = ٥٥ – ٢١٠ جمBOD /م٢/ اليوم.



شكل رقم (٦) الأقراص البيولوجية الدوارة



المعالجة البيولوجية بالحمأة المنشطة Activated sludge treatment

بدأ التفكير والتجارب المعملية على تهوية مياه الصرف الصحي في بداية القرن العشرين وبدأت انجلترا في إنشاء أول عملية استخدمت فيها الحماة المنشطة وهى الحمأة المعادة من أحواض الترسيب الثانوية إلى أحواض التهوية في عام١٩١٤م وفي أمريكا عام ١٩١٦م.

وتعتمد هذه العملية على تنشيط الكائنات الحية الدقيقة بمياه الصرف الصحي وخاصة مع المواد العالقة التي ترسب في أحواض الترسيب النهائي ويعاد نسبة من هذه الرواسب إلى أحواض التهوية حيث تجد هذه الكائنات الحية الدقيقة البيئة الملائمة من غذاء في صورة مواد عضوية وأكسجين ذائب في المياه مع التقليب المستمر حيث تنشط البكتيريا ويزيد عددها فتعمل على أكسدة المواد العضوية وتجميعها ويتركز نشاط أساسا على أكسدة المواد الذائبة لسهولة امتصاصها وهضمها بواسطة إنزيمات داخلية وخارجية وتكوين الندف التي تترسب في أحواض الترسيب النهائية.

نظم المعالجة البيولوجية بالحماة المنشطة:

أ. الحمأة المنشطة التقليدية.

ب. التهوية الممتدة.

ج. قنوات الأكسدة.

د. التهوية المرحلية (تهوية بمعدل متناقص ومنها نظام التغذية المرحلية والخلط التام).

هـ. أحواض التثبيت والتلامس.

أ. نظام المعالجة بالحمأة المنشطة التقليدية Conventional activated sludge

هواء
معالجة تمهيدية
prelim. trtmt
معالجة ابتدائية
حوض تهوية
معالجة ثانوية
تعقيم
مياه صرف صحي معالج
wastewater
مياه خام صرف صحى
recycle
حمأة منشطة معادة
حمأة ابتدائية
حمأة منشطة معدة
الي معالجة الحمأة او التخلص منها معادة

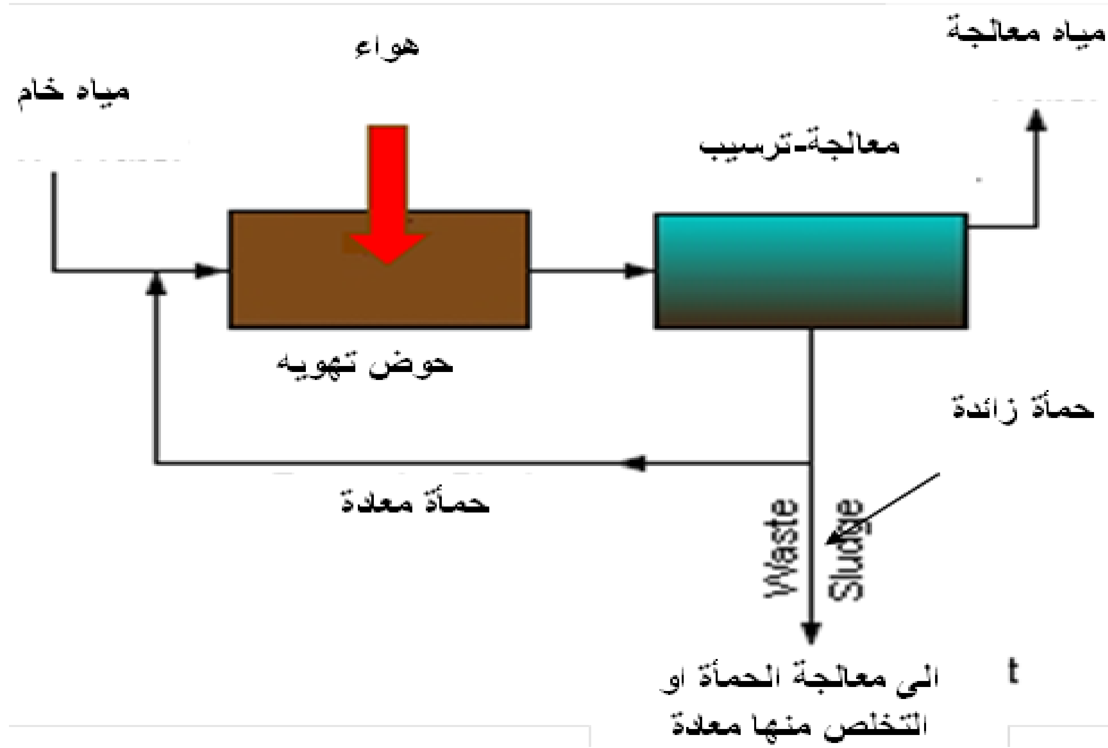
شكل رقم (٧) يوضح مسار المياه بنظام المعالجة بالحمأة المنشطة التقليدية

حيث:

يتم تغذية حوض تنشيط الحمأة (حوض التهوية) بكل من مياه الصرف الصحي والحماة المعادة وذلك في بداية الحوض حيث يتم تهوية الخليط بصورة متساوية وتخرج الندف المتكونة من نهاية الحوض.

ويعيب هذا النظام كبر حوض التهوية بالإضافة إلى عدم استقرار التشغيل وعملية المعالجة في حالة زيادة معدلات التحميل الهيدروليكية والعضوية مما يؤثر على كفاءة المعالجة.

ب. نظام المعالجة بالحمأة المنشطة (التهوية الممتدة) Extended Aeration



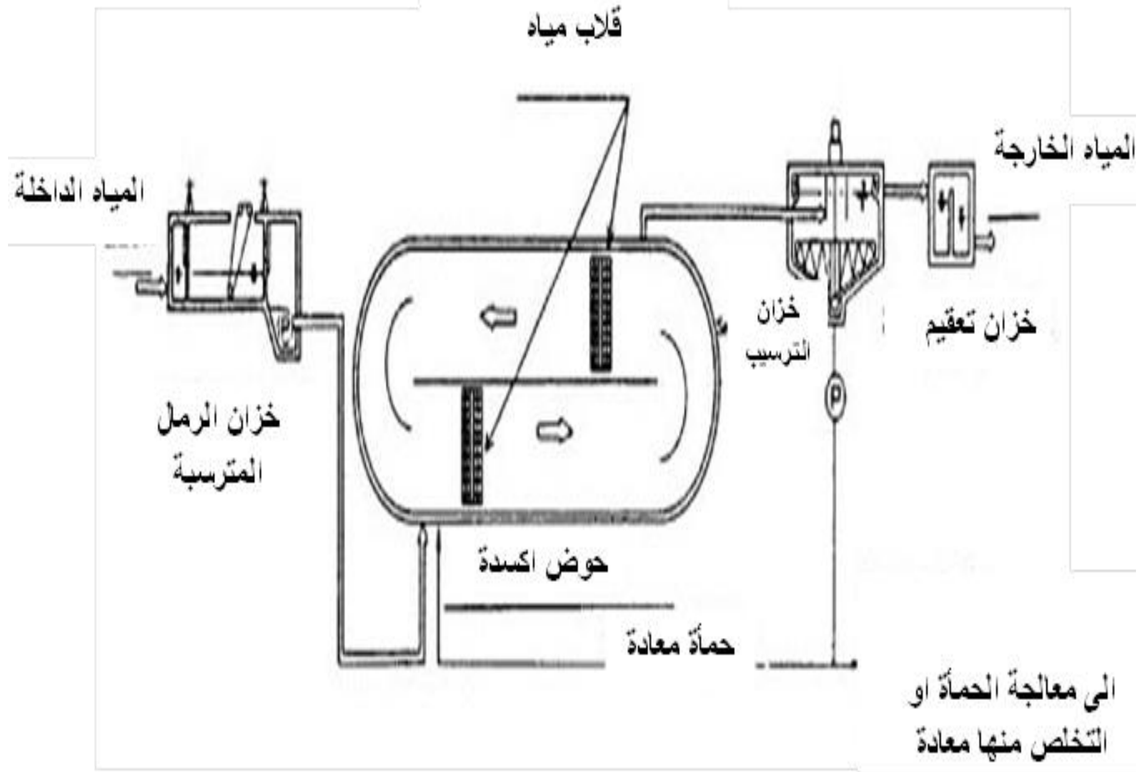
شكل رقم (٨) يوضح مسار المياه بنظام المعالجة بالتهوية الممتدة

يتشابه هذا النظام مع نظام قنوات الأكسدة ونظام الخلط الكامل حيث يتم خلط المياه و الحمأة الراجعة في حوض التهوية لفترات طويلة.

يتميز هذا النظام بانخفاض معدل التحميل العضوي وطول مدة المكث للمياه بأحواض التهوية وارتفاع كمية المواد الصلبة العالقة وانخفاض نسبة الغذاء إلى كمية الكائنات الحية وارتفاع كفاءة إزالة الأكسجين الحيوي الممتص وتثبيت المواد العضوية بصورة أفضل نتيجة طول فترة التهوية.

ولكن من عيوبه زيادة تكاليف التشغيل.

ج. نظام المعالجة بالحمأة المنشطة (قنوات الأكسدة) Oxidation ditches



شكل رقم (٩) يوضح مسار المياه بنظام المعالجة قنوات الأكسدة

ويعتمد هذا النظام على نظام التهوية الممتدة حيث تتكون من قناة طويلة بيضاوية الشكل بها قلابات ميكانيكية أفقية أو فرش لتقليب المياه بالحوض ومن ثم إضافة الأكسجين.

وتكون سرعة المياه بالقناة من ٠,٣ إلى ٠,٤ م / ث ويحدد عض القناة طبقا لطول القلاب الذي يعطى كمية الهوا الكافية والمطلوبة بحيث يكون عمق القناة حوالي (١ –١,٢) متر.

يتم دخول المياه الخام من جانب القناة وتسير المياه مع اتجاه دوران الفرش وتخرج من الجهة المقابلة المزودة بهدار للخروج بطول مناسب ويتم تصميمية بحيث لا تغمره المياه في حالة تغيير منسوبها في القناة.

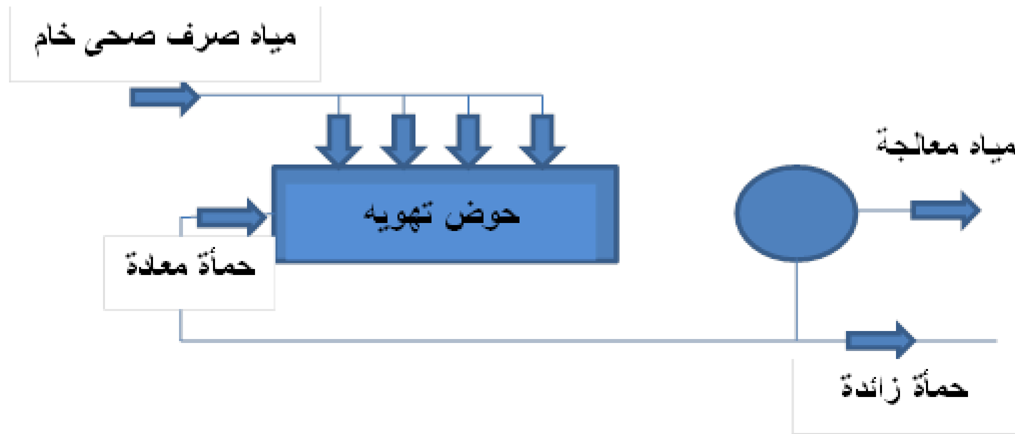
د. نظام المعالجة بالحمأة المنشطة (التهوية المرحلية) Tampered Aeration

تم بهذا النظام ضخ الهواء بمعدلات مرتفعة عند مدخل الحوض لتوفير الكمية اللازمة من الأكسجين في هذه المنطقة ثم تقل تدريجيا على طول الحوض بما يعمل على زيادة كفاءة عملية الأكسدة.

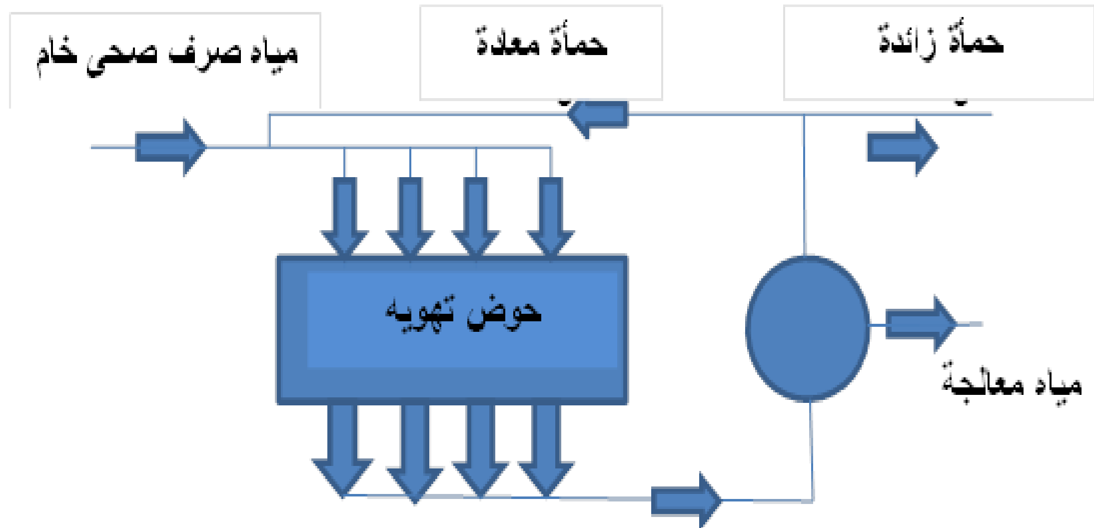
ويتم ذلك بطريقتين:

التغذية المرحلية: وفي هذا النظام يتم ضخ الهواء على مراحل على مسار حوض التهوية لتوفير الكمية اللازمة من الأكسجين في المناطق المختلفة من حوض التهوية لزيادة كفاءة التهوية.

نظام الخلط التام: وفي هذه الحالة يتم تغذية حوض التهوية بمياه الصرف الصحي الخام بشكل متساوي على طول احد جانبي الحوض ويتم سحب المياه من الحوض من الجانب الأخر بنفس الطريقة.

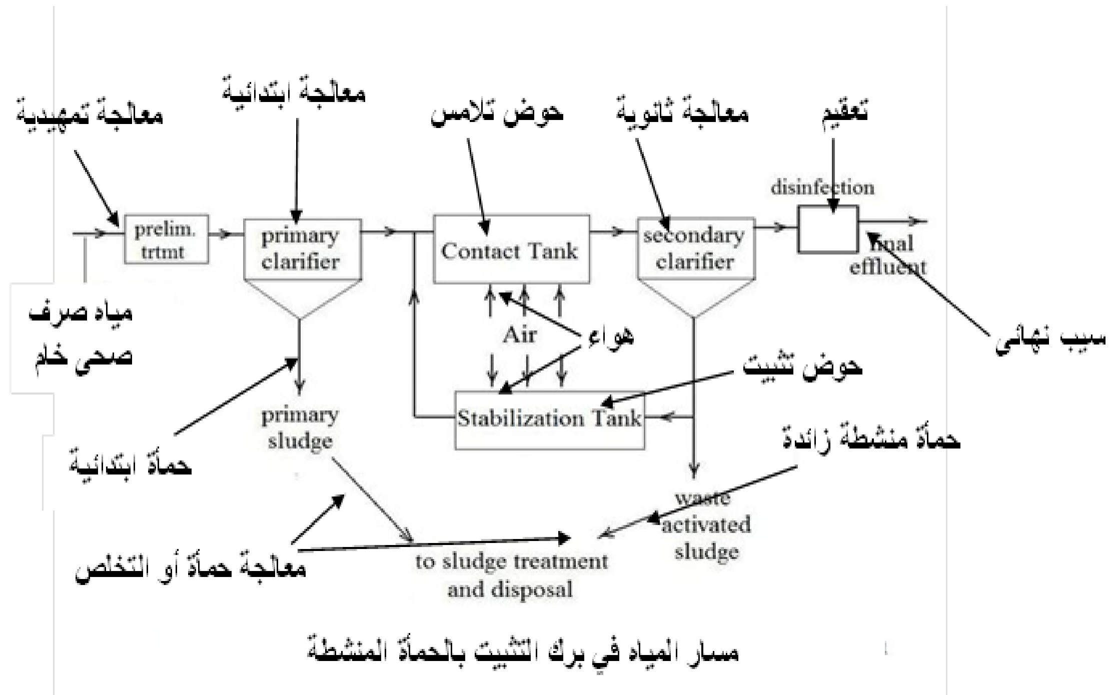


شكل رقم (١٠) يوضح نظام التغذية المرحلية



شكل رقم (١١) يوضح نظام الخلط التام (الكامل)

هـ. أحواض التثبيت والتلامس Contact stabilization tanks



شكل رقم (١٢) نظام التثبيت بالتلامس

يمكن تعريف هذا النظام على انه عملية الامتصاص الحيوي وهذا النظام قد يحتوى أو لا يحتوى على مرحلة ترسيب ابتدائي وتتم تهوية مياه الصرف الصحي مع الحمأة المعادة في حوض التلامس لفترة بين ٠,٥ إلى ١,٥ ساعة وذلك لإتمام عملية الامتصاص الحمأة للمواد العضوية الموجودة بمياه الصرف الصحي ثم إلى أحواض الترسيب النهائي ويتم بعد ذلك ضخ الحمأة المترسبة إلى أحواض التهوية أو التثبيت لمدة من ٣ الى ٦ ساعات قبل ضخها إلى حوض التلامس مرة أخرى.

يتطلب هذا النظام إلى كمية كبيرة من الهواء مماثلة للنظام التقليدي ويتم تقسيم هذه الكمية على حوض التلامس وحوض التثبيت.

حجم الحوضين يعادل نصف حوض التهوية في الحمأة المنشطة التقليدية.\

و. بحيرات الأكســـدة

الغرض من الوحدة:

تتم معالجة المخلفات السائلة في هذه البحيرات بطريقة طبيعية تعتمد على نشاط مشترك تقوم به الطحالب والبكتريا بالاستعانة بأشعة الشمس وبعض العناصر الموجودة أصلاً في المخلفات السائلة حيث تستخدم البكتريا الهوائية الأكسجين الذائب في المياه لأكسدة المواد العضوية وينتج عن هذه الأكسدة مواد عضوية مثبتة وثاني أكسيد الكربون والطحالب بدورها تستخدم ثاني أكسيد الكربون مع بعض الأملاح في تحليقها الضوئي بمساعدة أشعة الشمس وتعطى أكسجين وهو من احتياجات البكتريا.

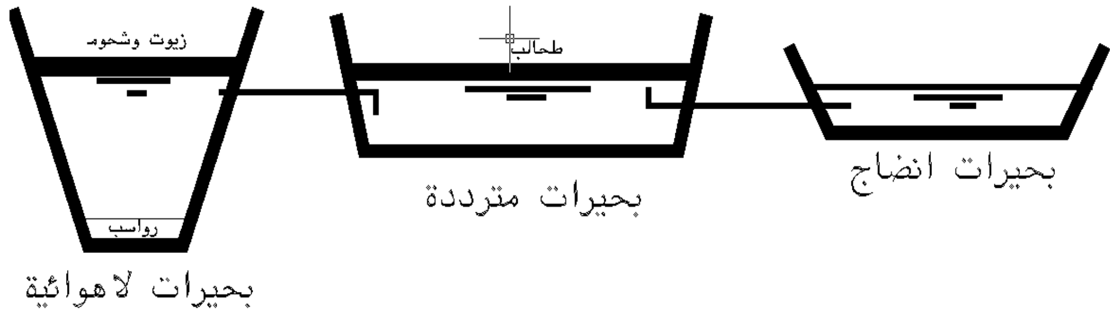
ومعنى ذلك أن كل من الطحالب والبكتريا تعطى للآخر ما تحتاجه ويكون النشاط البكتيري أكبر ما يمكن في الطبقات السطحية من المياه والتي تصل إليها أشعة الشمس وتكون هذه الطبقات بها تركيزات عالية من الأكسجين الذائب أثناء النهار – أما خلال ساعات الليل فينعكس نشاط الطحالب وتبدأ في استهلاك الأكسجين الذائب في المياه وإعطاء ثاني أكسيد الكربون الأمر الذى يتسبب في نقص الأكسجين الذائب في المياه أو اختفاؤه.

ويتم تثبيت المواد العضوية بواسطة التفاعلات الهوائية واللاهوائية معاً فالطبقات العليا التي يمكن أن تنفذ خلالها أشعة الشمس تنشط فيها الطحالب وتعطى المياه أكسجين ذائب تستخدمه البكتريا الهوائية في تثبيت المواد العضوية أما الطبقات السفلى من البحيرات والتي لا تصل إليها أشعة الشمس فهي أيضاً منطقة ترسب فيها المواد العالقة وينشط فيها التفاعلات اللاهوائية لتثبيت المواد العضوية بهذه الرواسب.

وعلى ذلك فلا يتم تثبيت المواد العضوية في الطبقات السطحية فقط ولكن نسبة من هذه المواد يتم تثبيتها بواسطة البكتريا اللاهوائية وتلعب الطبقة السطحية الغنية بالأكسجين دوراً هاماً إضافياً علاوة على الأكسدة الهوائية للمواد العضوية بها وهو التحكم في نواتج التفاعلات اللاهوائية التي تحدث في القاع ومنها الغازات الكريهة والأحماض العضوية.

برك الأكسدة الطبيعية

شكل (١–٧) يوضح بحيرات الاكسدة الطبيعية



البرك اللاهوائيـــــة

- مدة المكث= ٣ أيام
- عمق البركة= ٣ – ٥ م
- نسبة إزالة الأكسجين الحيوي الممتص (BOD)= ٥٠% – ٧٠%.
- نسبة إزالة المواد العالقة (SS)= ٣٠% – ٨٠%.
- معدل التحميل العضوي الحجمي = ١٠٠–٣٠٠جم (BOD)/م^{٣}/يوم.
- معدل التحميل العضوي السطحي = ١٠٠–٦٠٠جم (BOD) هكتار/يوم.
- الميول الجانبية ٢: ١ (٢ أفقي: ١ رأسي).

برك الأكسدة الترددية

توجد العديد من طرق تصميم برك الأكسدة الترددية تعتمد على البيانات والتسجيلات لدى المصمم، ولذا فإننا نجد المعادلات التصميمية تنسب إلى المهندس أو الهيئة المعدة لها والتي تم التوصـــل إليها من تجارب معملية

ومن أهم خصائص هذه البرك أن:

- مدة المكث لا تقل عن ١٠ أيام.
- عمق البركة يتراوح من ١,٥ – ٢,٠ متر.
- معدل التحميل العضوي السطحي من ٢٠٠–٤٠٠كجم BOD / هكتار / يوم.
- متوسط درجة حرارة الماء بالبرك= ٢٠ درجة مئوية.
- الميول الجانبية ٢: ١ (٢ أفقي: ١ رأسي).

بحيرات النضج (إتمام الأكسدة)

وتستخدم هذه البحيرات لتحسين خواص المخلفات من الناحية البكترولوجية والكيميائية وخاصة البكتريا الضارة والفيروسات الموجودة بالمخلفات السائلة وتتراوح عمق المياه بها من ١ – ١,٥ م حيث أن معدل القضاء على البكتريا الضارة يكون أكبر في العمق الأصغر نظراً لفاعلية الشمس ومدة المكث بها حوالى ٧ أيام وتكون عبارة عن ثلاثة وحدات مدة المكث في كل وحدة يومين.

مكونات محطات معالجة مياه الصرف الصحي

تختلف التجهيزات الميكانيكية لمحطات المعالجة باختلاف طريقة المعالجة المتبعة، ففي طريقة الحمأة المنشطة مثلاً نجد ضواغط الهواء أو المهويات السطحية في حين نجد الخلاطات الغاطسة مثلاً في المحطات التي تعمل بطريقة المعالجة اللاهوائية... وهكذا. لذلك سنقوم باستعراض أهم وأبرز التجهيزات الميكانيكية التي يجب أن توجد في كل محطة معالجة تقريباً وذلك بالترتيب حسب خطوات معالجة المياه (بدءاً من مدخل محطة المعالجة وحتى آخر عملية من عمليات المعالجة).

١. المصافي (يدوية – ميكانيكية)

توضع المصافي في بداية محطة المعالجة، وتتكون من قضبان معدنية متوازية، المقطع العرضي لها مستطيل. تثبت هذه القضبان على إطار معدني وتوضع في قناة دخول المياه إلى المحطة ويتم تصنفها طبقا للمسافات البينية بين قضبان المصفاة (خشنة – متوسطة – ناعمة).



المصافي اليدوية



المصافي الميكانيكية



سير نقل الرواسب

الطلمبات

طلمبات المدخل:

تقوم هذه الطلمبات برفع مياه الصرف إلى أعمال المدخل بعد مرورها على المصفاة الخشنة مالم يتوافر تصميم اخر.

طلمبات الرمال:

تؤدي هذه الوحدة وظيفة إزالة الرمال، والحصى، والبقايا، أو أية مواد "أثقل" وزنا

طلمبات غاطسة:

ويمكن استخدامها في الأماكن التالية

تدوير الحمأة من حوض الترويق إلى مدخل حوض التهوية.

تصريف كل من الحمأة الفائضة والرغوة من حوض التهوية إلى مكثف الحمأة

طلمبات الغسيل والحريق:

تقوم كل من مضخة الحريق والغسيل بتأمين التدفق والرفع اللازمين من خزان المياه العالية



مضخة الغسيل والحريق (مضخات نابذة)

الطلمبات الأفقية:

ويمكن استخدامها أحياناً بضخ الحمأة أو في الحالات التي تتطلب ذلك



مضخة أفقية

طلمبات جرعات الكيماويات

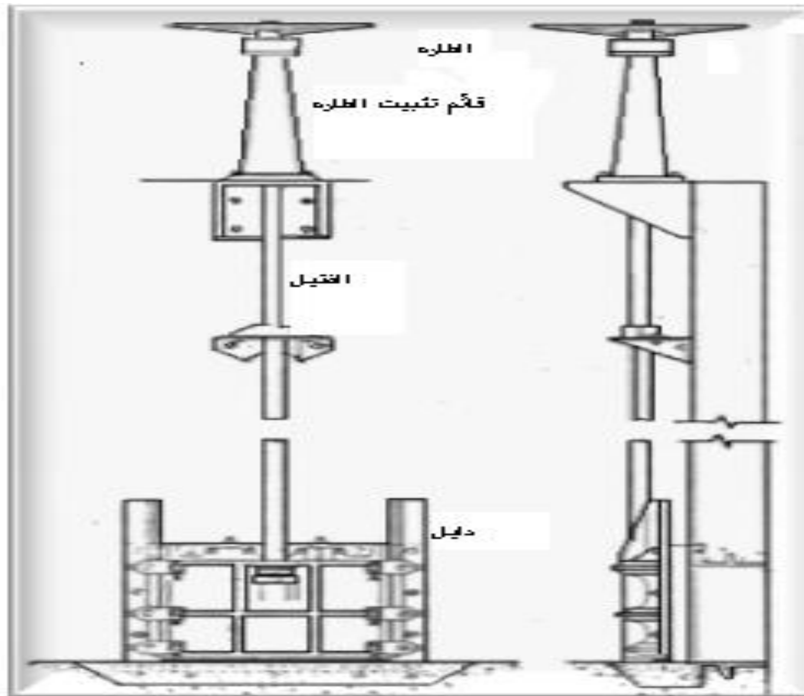
تقوم هذه الطلمبات بضخ مادة التعقيم ضمن تيار المياه المعالجة الخارج من حوض الترسيب وذلك من أجل القضاء على البكتيريا والكائنات الممرضة قبل طرح المياه المعالجة في الجداول المجاورة



طلمبة الكيماويات

البوابات

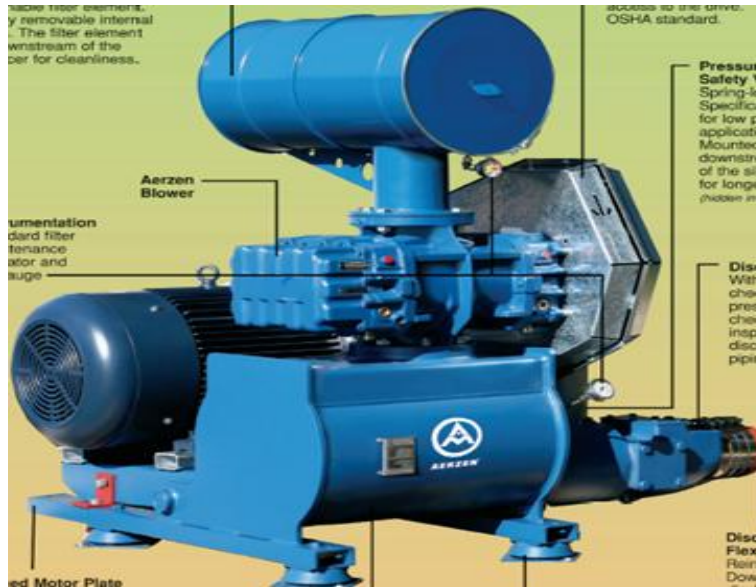
تعمل بوابة التحكم على ضبط مستوى مياه الصرف الصحي ضمن الأقنية ، فبتدوير دولاب القيادة اليدوية في الأعلى نحو اليمين أو اليسار ينخفض أو يرتفع الفاصل المعدني مما يغير في المقطع المفتوح أمام مياه الصرف.



ضواغط الهواء

تعتمد هذه التقنية على تركيب نافخات هواء Air blowers في حجرة مخصصة لها ضمن المحطة. تقوم هذه النافخات بضخ الهواء عبر الأنابيب إلى حوض التهوية عبر ناشرات هواء Air Diffusers مركبة عند مستوى قريب من قاع الحوض. كما تقوم بتأمين كمية الهواء اللازمة لطلمبات الرفع الهوائية

ضاغط هواء



نواشر الهواء

تقوم ناشرات هواء Air Diffusers بتوزيع الهواء ضمن حوض التهوية مالم يتوافر تصميم آخر



ناشر هواء

الخلاطات الغاطسة

تقوم هذه الخلاطات بتأمين مزج مستمر للمياه لضمان عدم الترسيب غير المرغوب فيه ، وهي عادة ما تستعمل في كل من المفاعلات اللاهوائية – أحواض تكثيف ومعالجة الحمأة) إن وجدت طبعاً في المحطة (حسب طريقة المعالجة)

الهويات السطحية

هي وحدات ميكانيكية للتهوية تؤمن الهواء إلى حوض التهوية (المفاعل) عن طريق دوران مراوح في الطبقة العليا للمياه تسبب تقليب ونشر الطبقة المائية واختلاطها بالهواء الجوي القريب من السطح.

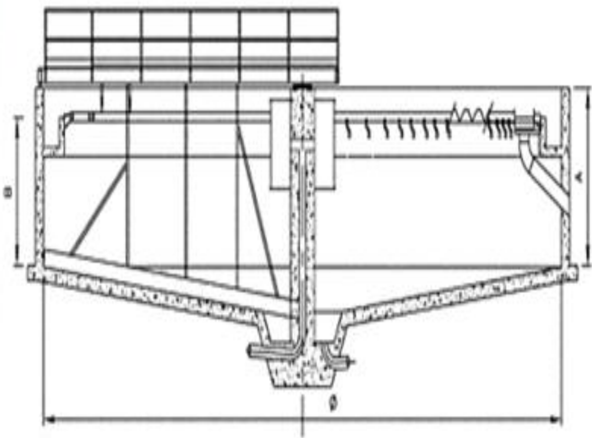


شكل ٨

الكواشط (الزحافات)

تستعمل الكواشط في أحواض الترسيب الأولية والثانوية (المستطيلة والدائرية)، ولها أنواع متعددة. وظيفتها تجميع وإزالة المواد المترسبة أسفل الأحواض ومنها ما يقوم بتجميع وإزالة المواد الطافية (خبث، زبد، زيوت، دهون،... الخ). ولعل أكثر أنواع الكواشط استخداماً هي كواشط الأحواض الدائرية. والتي تقسم إلى نوعين (جسريه – نصف جسريه)





كاشط دائري نصف جسري

الرّوافع (الاوناش)

تستخدم لرفع ونقل التجهيزات الموجودة في المحطة (الكواشط – الطلمبات –.... الخ) ، ومنها ما يكون كهربائي ومنها ما يكون يدوي.

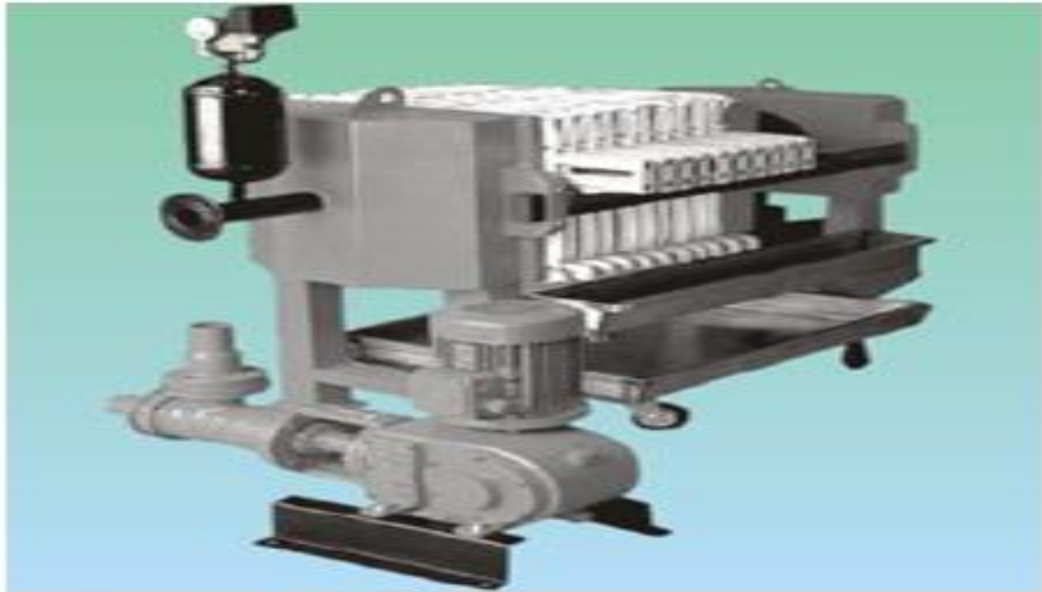


شكل ١٠

رافعة كهربائية

تجهيزات عصر وتجفيف الحمأة

تقوم هذه التجهيزات بفصل الماء عن الحمأة إلى أقصى حد ممكن قبل التخلص منها. من هذه التجهيزات أذكر على سبيل المثال: مكبس الحمأة (Filter PRESS)، والطاردِ المركزي للحمأة.(Centrifuge)



مكبس الحمأة



الطارد المركزي للحمأة



الشكل يوضح فاصل الرمال والكوبري المتحرك

كاسحة الرمال	كاشط الخبث (الزيوت والشحوم)





شكل ١٣



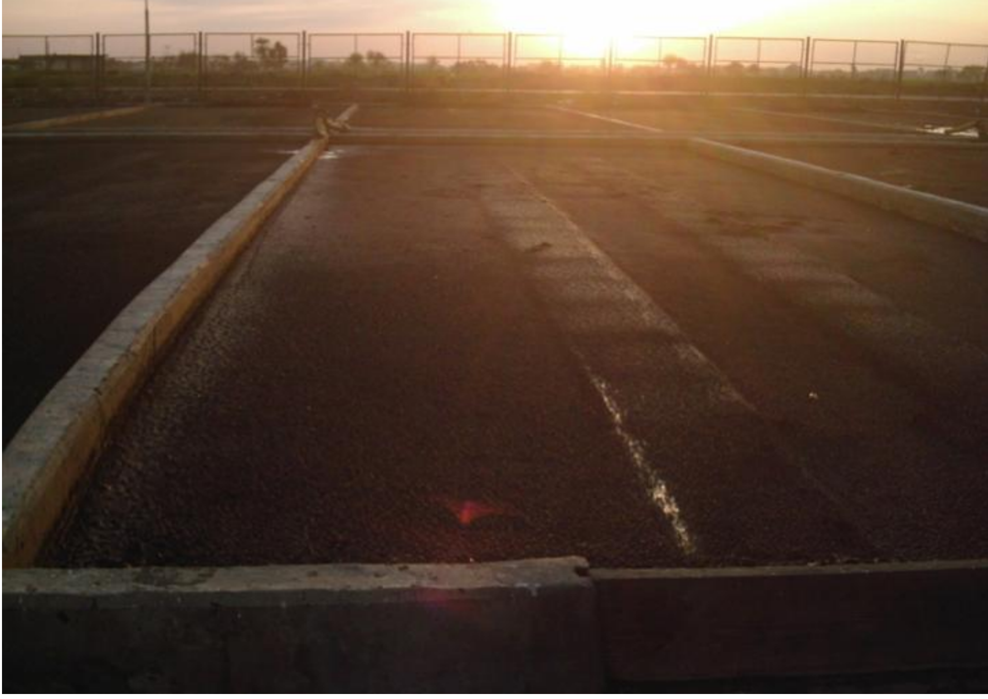
حوض التهوية



حوض الترسيب النهائي

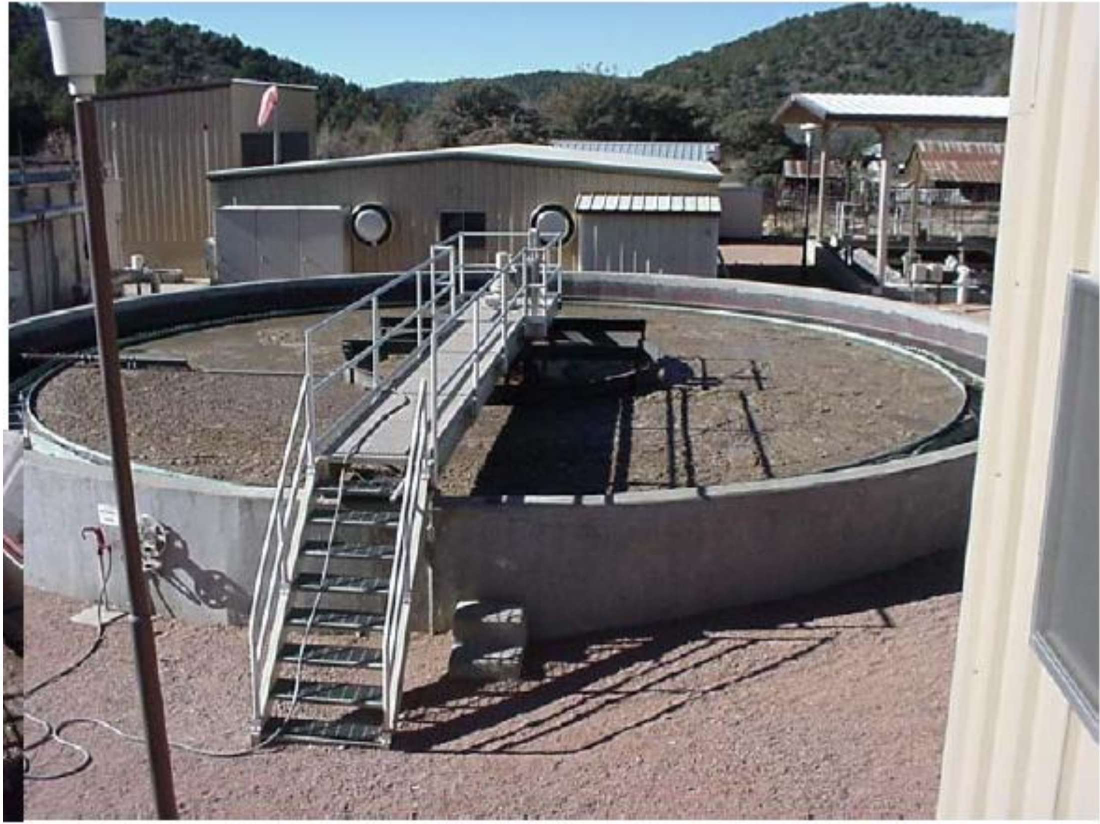


قمع تجميع الخبث





أحواض تجفيف الحمأة



حوض تركيز حمأة

منظومة التعقيم

إضافة الكلور

للقضاء على البكتريا الناقلة للأمراض في مياه الصرف الصحي المعالجة، تضاف جرعات من الكلور (١٠ – ٢٠ مجم / لتر) إلى هذه المياه قبل صرفها حيث تبقى هذه المياه مدة مكث من ١٥ – ٣٠ دقيقة بأحواض للتلامس لضمان تفاعل الكلور مع البكتريا والقضاء عليها.

أجهزة الكلور

تكون أجهزة الكلور من النوع الذى يركب على الأرض والذى يعمل بالتفريغ وتكون جميع التوصيلات والمواسير دائما تحت التفريغ (ضغط جوى سالب)، ويزود الجهاز بطريقة لإزالة الضغط إذا تكون داخل الجهاز، وتكون جرعة الكلور حوالى ١٠ جرام للمتر المكعب ويمكن زيادتها إلى ٢٠ جرام للمتر المكعب عند الضرورة.

طلمبات تشغيل حاقن الكلور

هذه الطلمبات تعمل على رفع ضغط المياه داخل الحاقن وبالتالي سحب الكلور من أسطوانات الكلور وحقنها داخل خزان التلامس.

أجهزة معادلة الكلور المتسرب

- **التهوية العادية**

يتم إنشاء مخزن لأسطوانات الكلور بحيث يكون كافي لتخزين العدد المطلوب من اسطوانات الكلور وتزود المخازن بمراوح شفط لتهويتها خلال ساعات العمل العادية.

- **في حالة تسرب الكلور**

تتوقف التهوية العادية وتبدأ شفاطات الهواء في العمل بمعدلات كبيرة لسحب الهواء الملوث بالكلور ودفعة إلى برج المعادلة.

يزود مخزن الكلور وحجرة الأجهزة بمراوح لشفط الهواء الملوث بالكلور ودفعه إلى برج معادلة الكلور المتسرب.

كما يزود المخزن والحجرة المركب بها أجهزة حقن الكلور بأجهزة إنذار مرئي وصوتي للتنبيه في حالة حدوث تسرب للكلور، وفي هذه الحالة يتم تشغيل أجهزة المعادل أوتوماتيكيا عند ارتفاع نسبة الكلور بالهواء عند الحدود المقررة.

أحواض التلامس لمياه الصرف الصحي المعالجة

تختلف كمية الكلور المحقونة من وقت لآخر باختلاف مدة المزج وخواص مياه الصرف الصحي المعالجة ومقدار الأس الهيدروجيني ودرجة الحرارة.

وتكون أحواض التلامس عبارة عن خزانات من الخرسانة المسلحة المقاومة للكبريتات ومن الممكن أن تكون مغطاة أو مكشوفة وتتحدد أبعادها بحيث تسمح بمدة تلامس مقدارها ١٥ – ٣٠ دقيقة

حوض تلامس الكلور



أنواع شبكات مياه الصرف الصحي

أولا خطوط الانحدار

تتجمع مياه المخلفات السائلة المنزلية (الصرف الصحي) والمخلفات السائلة الصناعية ومياه الأمطار في خطوط مواسير الانحدار الفرعية الأقل قطرا والتي تخدم الشوارع الصغيرة وتسمى هذه الخطوط بالفرعيات والتي بدورها تصب هذه الفرعيات في خط بقطر أكبر عن طريق غرفة التفتيش (المطبق) الذى يستوعب جميع هذه التصرفات ويصب هذا الخط (ومجموعة مماثلة) في خط أكبر وهكذا حتى ينتهى إلى خط كبير يسمى مجمع الصرف الصحي، يكون بعمق كبير يصل في بعض الأحوال إلى ٨,٠٠ م ويكون بقطر يصل إلى ٣٠٠ مم. ولا يمكن عمليا الاستمرار في عمل مجمعات أكبر أو بأعماق أكبر حيث أن ذلك غير اقتصادي ويستحيل التنفيذ عمليا. وفي هذه الحالة تنفذ المجمعات بطريقة الانفاق وتصب المياه في فرعة الداخل (آخر فرعة في الخط وقبل بيارة السحب) إلى غرفة (مطبق) الداخل.

أنواع المواسير المستخدمة في خطوط الانحدار:

١. **المواسير الفخار**
- مواسير ذات الوصلة الثابتة (العادية).
- مواسير ذات الوصلة المرنة.

٢. **المواسير الخرسانة المسلحة**
- مواسير بدون أسطوانة صلب
- مواسير بأسطوانة صلب

٣. **المواسير الزهر المرن**

٤. **المواسير البلاستيك UPVC**

٥. **مواسير الألياف الزجاجية GRP**

٦. **مواسير البولي إيثلين**

ثانيا خطوط الطرد

يتم ضخ ونقل مياه الصرف الصحي من محطة الرفع إلى محطة المعالجة أو مكان التخلص منها خلال خطوط الطرد.

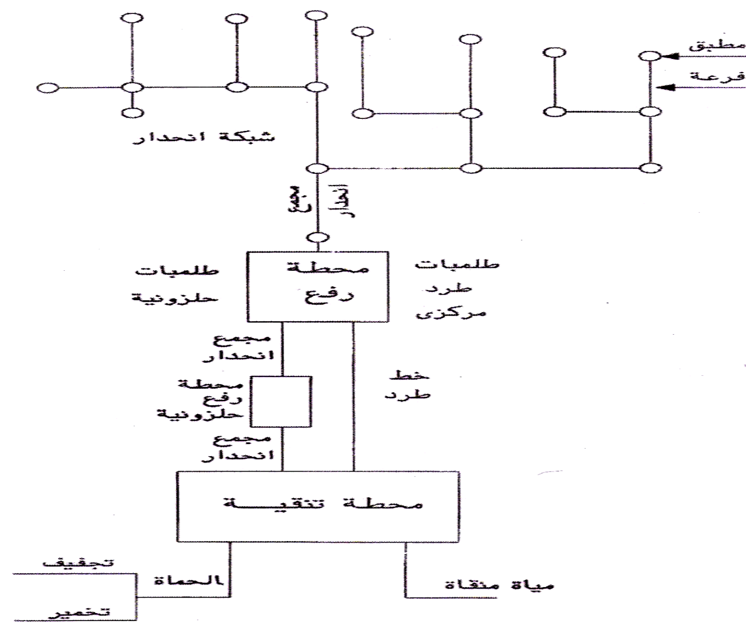
أنواع المواسير المستخدمة في خطوط الطرد

- المواسير الزهر المرن.
- المواسير الخرسانة المسلحة سابقة الإجهاد
- المواسير البلاستيك UPVC .
- المواسير الصلب.

مكونات نظام تجميع الصرف الصحي

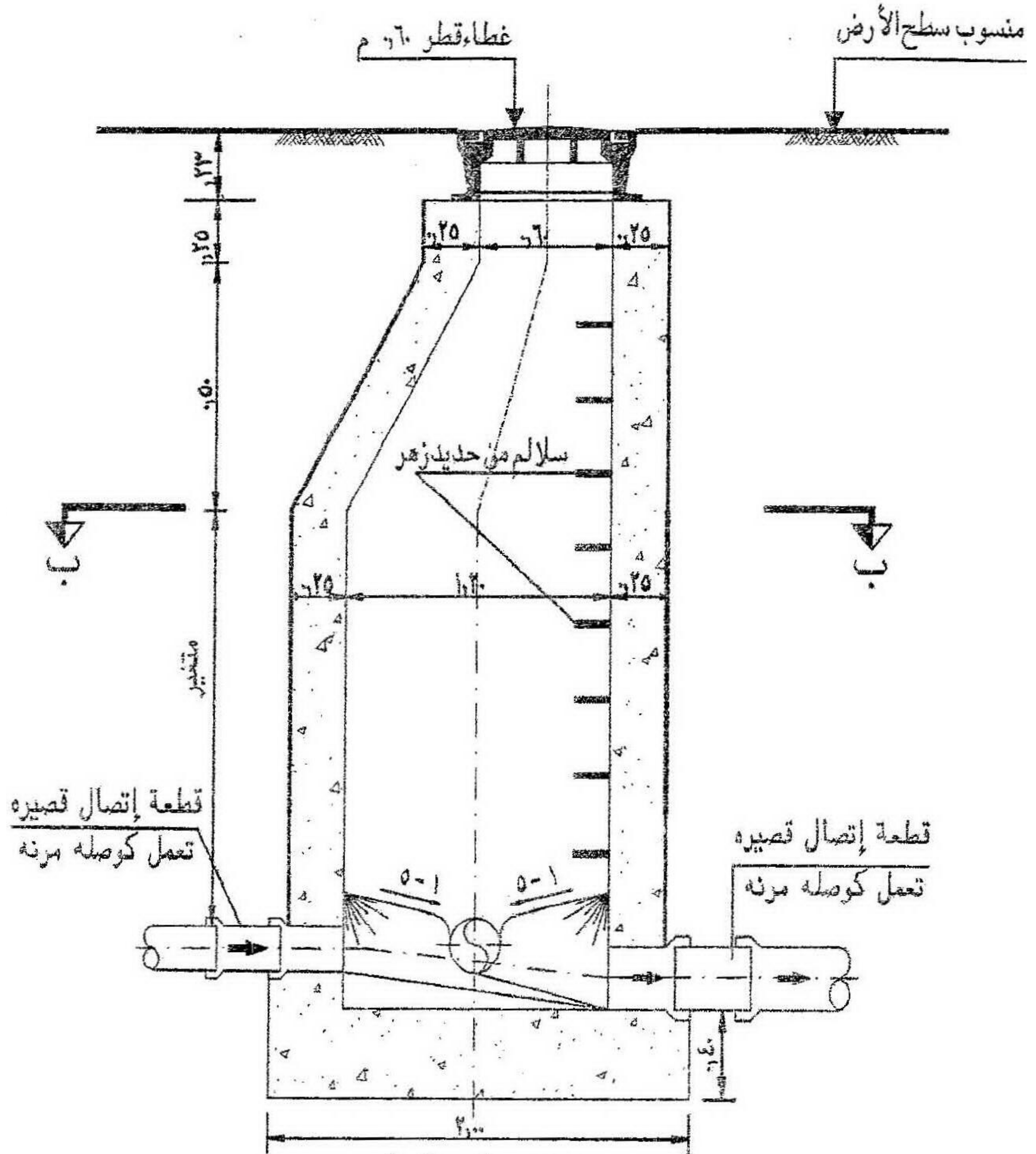
- التوصيلة المنزلية.
- الخطوط الرئيسية مع غرف التفتيش.
- الخطوط الفرعية مع غرف التفتيش.
- الخطوط الناقلة (الأنفاق – المجمعات) مع غرف تجميع الرواسب.
- محطات الرفع.
- محطات الضخ الرئيسية.
- خطوط الطرد مع غرف المحابس.

ويوضح الشكل رقم ١ مكونات نظام تجميع الصرف الصحي



شكل(١) مكونات شبكة الصرف الصحى

كما يعرض الشكل رقم ٢ قطاع في أحد المطابق



شكل رقم ٢ قطاع في أحد المطابق

المواد المستخدمة في نظام تجميع مياه الصرف الصحي

- **التوصيلة المنزلية (تعمل بالجاذبية):**

تستخدم مواسير من الفخار V.C أو مواسير الحديد الزهر .C.I وأقطارها من ٥ : ٦ بوصة أو مواسير من البلاستيك P.V.C. كما يوجد غرفة تفتيش بالأرصفة من المباني أو الخرسانة.

- **الخطوط الفرعية:**

تستخدم مواسير من الفخار المزجج V.C أو مواسير الحديد الزهر .C.I وأقطارها من ٥: ١٥ بوصة أو مواسير من البلاستيك .P.V.C كما يوجد غرفة تفتيش فرعيه على هذه الخطوط تكون من الخرسانة المسلحة أو سابقة الصب (حلقات) مع أغطيه وبراويز من حديد الزهر.

- **الخطوط الرئيسية (تعمل بالجاذبية أو الانحدار):**

تكون هذه الخطوط من الفخار المزجج V.C أو مواسير الحديد الزهر .D.I المبطنة من الداخل بالأيبوكس أو الأسمنت (مواسير الخرسانة المسلحة السابقة الإجهاد والمبطنة من الداخل بمادة T–lock).

- **غرف التفتيش**

تصنّع من الخرسانة المسلحة أو سابقة الصب (حلقات) مع أغطيه وبراويز من الحديد الزهر مع السلالم الخاصة داخل الغرفة.

كما يوجد نوع آخر من الغرف تسمي غرفة بهدار (سقوط) عند تغيير ميل المواسير وارتفاعاتها.

مواقع المطابق:

- على مسافات تتراوح من (٢٥ متر إلى ٥٠ متر)
- عند تقاطع الخطوط الرئيسية.
- عند تغير القطر.
- عند تغير الميل للخطوط أو الاتجاه.
- عند تقاطع الشوارع الرئيسية والفرعية.
- عند تغير المنسوب بالشوارع.

محطات الرفع:

هي محطات تنشأ أساسا لرفع مياه الصرف الصحي من منسوب منخفض إلى منسوب أعلى وتستقبل مياه الصرف الصحي وتضخها بواسطة مضخات مختلفة إلى خطوط الطرد الخارجة منها إما إلى محطة المعالجة أو إلى خطوط مجمعات وأنفاق كبيره لمسافات طويلة أو لمحطة رفع رئيسية.

مكونات محطة الرفع:

- غرفة المدخل بها شبك لحجز المخلفات والرواسب.
- خط سحب إلى الطلمبة – خط طرد من الطلمبة إلى خطوط طرد الشبكة او المجمعات ثم الى محطات المعالجة.
- معدات كهربائية للمضخات للتشغيل وعوامة تعمل مع المنسوب.
- مولد كهربائي بالديزل احتياطي في حالة قطع التيار.
- ويتم تحديد موقع محطة الرفع حسب مناسيب شبكة الصرف الصحي وتقوم برفع مياه الصرف الصحي اما الى:
  - محطة معالجة الصرف الصحي مباشرة وفي هذه الحالة تسمى محطة رفع رئيسية.
  - شبكة الانحدار مره أخري أو الى محطة الرفع الرئيسية وفي هذه الحالي تسمى محطة رفع فرعية.

تفاصيل مكونات محطة الرفع

١. الطلمبات

- وقد تكون رأسيه أو أفقية أو غاطسة أو حلزونية
- ويراعى في اختيار الطلمبات
- مقدار الرفعHead بالمتر.
- مقدار التصرف والسعه متر^{٣} / ثانيه أو لتر ثانيه.
- الكفاءة – قدرة الطلمبة.
- سرعة دوران الطلمبة.

٢.أعمال التهوية اللازمة.

٣.السلالم اللازمة للصعود والهبوط.

٤.البئر الرطب ويقسم إلى جزأين لأغراض الصيانة ويكون به ميول على الأقل ١:١.

٥.البئر الجاف.

٦.أعمال الرفع (الأوناش) اللازمة لصيانة الطلمبات.

٧.خط السحب وخط الطرد.

٨.شبك حجز المخلفات الصلبة.

٩.غرف المحابس.

المراجع

- **تم الإعداد بمشاركة المشروع الألماني GIZ**

و مشاركة السادة :-

➢ مهندس / اشرف علي عبد المحسن	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / طارق ابراهيم عبد العزيز	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / مصطفى محمد محمد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزه
➢ مهندس / محمد محمود الديب	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ دكتور كيمائي / حسام عبد الوكيل الشربيني	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
➢ مهندس / رمزي حلمي ابراهيم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزه
➢ مهندس / اشرف حنفي محمود	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
➢ مهندس / مصطفى احمد حافظ	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندس / محمد حلمي عبد العال	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / ايمان قاسم عبد الحميد	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالشرقية
➢ مهندس / صلاح ابراهيم سيد	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / سعيد صلاح الدين حسن	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / صلاح الدين عبد الله عبد الله	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالدقهلية
➢ مهندس / عصام عبد العزيز غنيم	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ مهندس / مجدي علي عبد الهادي	شركة الصرف الصحي بالقاهرة الكبرى
➢ السيد / محمد نظير حسين	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالجيزة
➢ مهندس / عبد الحليم مهدي عبد الحليم	شركة مياه الشرب والصرف الصحي بالقليوبية
➢ مهندس / سامي يوسف قنديل	شركة الصرف الصحي بالاسكندريه
➢ مهندس / عادل محمود ابو طالب	GIZ المشروع الالماني لادارة مياه الشرب والصرف الصحي
➢ مهندس / مصطفى محمد فراج	الشركة القابضة لمياه الشرب والصرف الصحي